

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА РЕДУКТОРА»*

Дипломный проект
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 618

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения , сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой ТМС

_____ Н.В. Бородина

«___» _____ 20__ г.

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА РЕДУКТОРА»*

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 618

Исполнитель: _____ М.С. Блиновских
студент группы
ЗТО-406С

Руководитель: _____ В.А. Штерензон
Кандидат технических
наук, доцент

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 121 листов печатного текста, 29 иллюстраций, 35 таблиц, 27 использованных источников, 4 приложения.

Перечень ключевых слов: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, КРЫШКА РЕДУКТОРА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

В дипломном проекте усовершенствован базовый технологический процесс механической обработки детали «Крышка редуктора».

Подобраны элементы режима резания для механических операций, проводимых на вертикальном обрабатывающем центре с ЧПУ, а также нормы времени на изготовление одной детали.

Разработана управляющая программа.

Выполнен расчёт сил зажима.

Произведено экономическое обоснование применения обрабатывающего центра с ЧПУ.

В методической части выполнен анализ профессиональных стандартов профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ». Разработан учебно-тематический план повышения квалификации по выбранной профессии, также план-конспект занятия теоретического обучения, презентация и вопросы по теме «Программирование фрезерной обработки».

					ДП 44.03.04.618.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Крышка редуктора»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Блиновских						3	121
Проб.	Штерензон					ФГАОУ ВО РГПУ ИИПО Кафедра ТМС		
Н. Контр.	Суриков							
Зав. каф.	Бородин							

СОДЕРЖАНИЕ

1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1.Служебное назначение детали.....	7
1.1.2. Технические характеристики детали	8
1.1.3. Анализ технологичности конструкции детали	9
1.1.4. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса обработки детали «Крышка редуктора».....	12
1.1.5. Анализ базового технологического процесса.....	13
1.1.6. Определение типа производства для совершенствуемого варианта.....	17
1.2. Разработка технологического процесса.....	19
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения	19
1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования	21
1.2.3. Разработка технологического маршрута	22
1.2.4. Выбор технологического оборудования.....	25
1.2.4.1. Выбор и описание оборудования.....	25
1.2.4.2. Выбор режущего инструмента.....	28
1.3. Технологические расчёты.....	39
1.3.1. Расчет припусков.....	39
1.3.2. Расчет элементов режима резания	44
1.3.3. Расчет технических норм времени на операциях	47
1.4. Выбор контрольно-измерительного приспособления.....	50
1.5. Расчёт сил зажима.....	52
РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	55
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАТЬ	59

3.1. Расчёт капитальных затрат	59
3.2. Определение капитальных вложений в оборудование	62
3.3. Расчет технологической себестоимости детали	63
3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса	80
МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	83
4.1. Условия обучения в учебном центре ДТО	84
4.2. Анализ профессионального стандарта профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	86
4.3. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре ДПО	91
4.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «разработка и программирование управляющих программ сверления и фрезерование»	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	97
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень графической документации.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – План-конспект учебного занятия по теме «Разработка и программирование управляющих программ сверления и фрезерования	101
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Презентация к занятию	110
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Комплект технологической документации	121

ВВЕДЕНИЕ

В современной России, а также за рубежом часто встречаются предприятия, использующие не актуальные технологии механической обработки деталей, универсальные станки и инструмент. Однако универсальное оборудование ежегодно обновляется и совершенствуется, его внедрение своевременное значительно повышает производство, сокращая время на операции и переустанов. А более современные методы обработки улучшают качество и технологичность изделий.

Применение высокопроизводительных станков с ЧПУ дает множество преимуществ: высокая точность механической обработки; значительная производительность труда; возможность организовывать систему многостаночного обслуживания; создание более безопасных условий труда; использование обоснованные с точки зрения технологий нормы времени и снижение непосредственного участия человека в процессе работы.

Целью дипломной работы является проектирование нового технологического процесса механической обработки детали «Крышка редуктора» применяя современные прогрессивные режущие инструменты и современное высокопроизводительное оборудования с ЧПУ.

Цель ВКР определяет следующие задачи:

- анализ базового технологического процесса;
- разработка нового технологического процесса взамен устаревшего;
- разработка операций механической обработки предлагаемого технологического процесса;
- разработка управляющей программы;
- экономическое обоснование предлагаемого технологического процесса;
- методическая разработка.

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Служебное назначение детали

Изделие «Крышка редуктора» используется в сборочном узле редуктора в приводе механизма откидывания, и служит для доступа к движущимся элементам редуктора и их обслуживанию, защиты элементов от грязи и повреждений [2].

3Д модель детали «Крышка редуктора» показана на рисунке 1. а в сборе с ответной деталью на рисунке 2.

Область применения – авиастроение.

Шесть отверстий $\varnothing 4,3$ на плоскости разъёма предназначены для крепления крышки редуктора к корпусу редуктора. Четыре отверстия $\varnothing 2,5D9$ предназначены для установки штифтов при центровке корпуса и крышки редуктора. В отверстия крышки $\varnothing 17H7$, $\varnothing 13H7$ и $\varnothing 26H7$ устанавливаются подшипники с зубчатыми валами. Резьбовые отверстия M4-7H и M3-7H торцах крышки и служит для установки и крепления крышек подшипников.

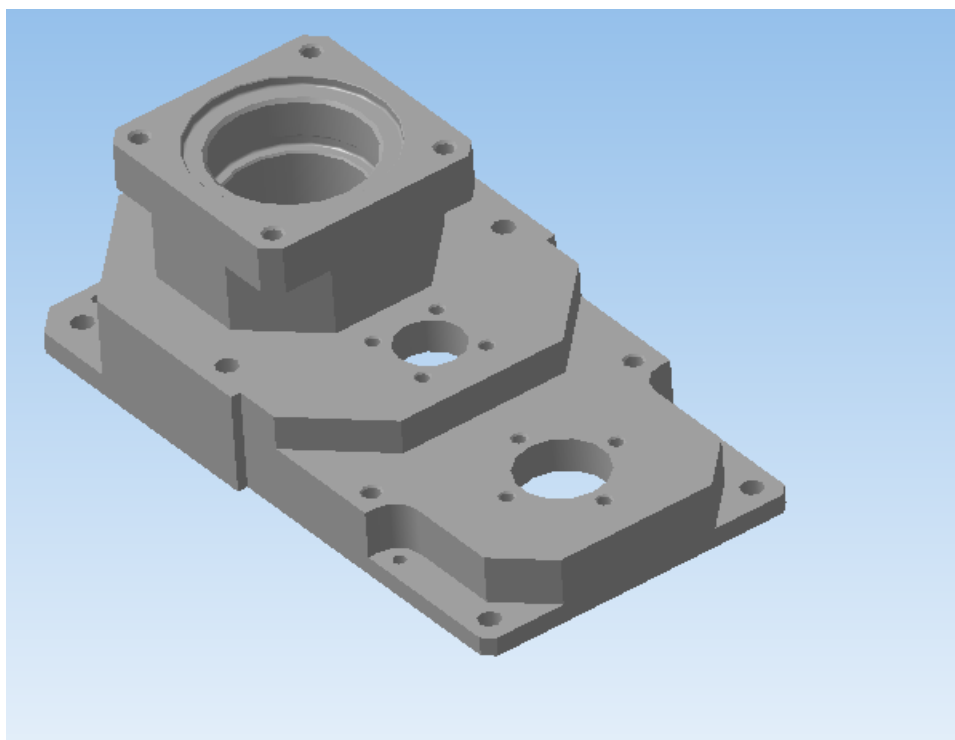


Рисунок 1 – 3D модель детали «Крышка редуктора»

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

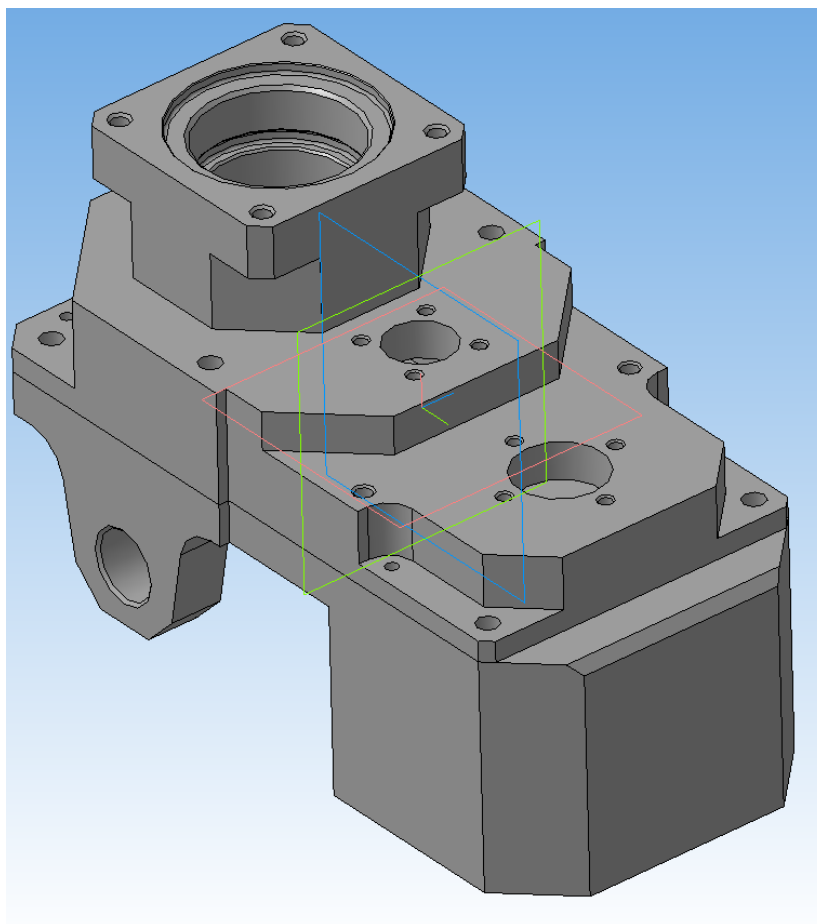


Рисунок 2 – деталь «Крышка редуктора» в сборе с ответной деталью

1.1.2. Технические характеристики детали

Деталь «Крышка редуктора» изготавливается из литейного алюминия марки АМ5(АЛ-19)-Т5 по ГОСТ 1583-93.

Данный сплав применяется для изготовления фасонных отливок, сплав высокопрочный жаропрочный [3].

Сплав АЛ19 относится к системе Al-Cu-Mn с добавкой 0,15-0,35% Ti.

Фазовый состав сплава в литом состоянии следующий: α -твердый раствор+CuAl+T ($Al_{12}Mn_2Cu$) + Al_3Ti ; при наличии в сплаве примесей железа и кремния образуется фаза $AlSiFeMn$. Примесь магния даже в очень небольших количествах (более 0,05%) приводит к образованию фазы $S(Al_2CuMg)$ и тройной эвтектики $\alpha+Si+S$ с температурой плавления 507°C.

Температура нагрева под закалку обуславливается температурой

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

плавления двойной эвтектики $\alpha + \text{CuAl}_2$ (548°C); для обеспечения большей степени насыщения твердого раствора без опасения пережога рекомендуется применять двухступенчатый нагрев[4].

Приведем в таблицах 1 и 2 химический состав и механические свойства алюминиевого сплава марки АМ5.

Таблица 1- Химический состав сплава АМ5 в % (по ГОСТу 1583-93) [3]

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Mg	Ni
до 0,2	до 0,3	0,6-1,0	0,15-0,35	92,45- 94,75	4,5-5,3	до 0,05	до 0,1

Таблица 2 - Механические свойства сплава АМ5 (по ГОСТу 1583-93) [3]

σ_b , МПа	δ , %	НВ
294-333	2,0-8,0	95,5

В процессе литья Сплав АМ5 дает незначительную усадку, низкая вероятность образования трещин. При этом отливки, за счет его малого интервала кристаллизации (близкого к нулю), обладают малой пористостью. Следовательно, данный сплав подходит для детали «Крышка редуктора» по назначению.

1.1.3. Анализ технологичности конструкции детали

Технологический анализ конструкции выполняется с целью сокращения затрат и времени на организацию технологическую производства и повышения производительности.

Анализ детали «Крышка редуктора» проводим двумя типами: качественный и количественный.

Оценку качества производит по материалу, геометрической форме, качеству поверхностей и возможным методам получения

заготовки, а также по возможности технологии изготовления.

Материал и конфигурация детали «Крышка редуктора» делает возможным применение наиболее прогрессивной заготовки, сокращающие объем механических операций.

Имеется возможность быстрого и удобного подвода как жесткого, так и высокопроизводительного инструмента. Есть возможность беспрепятственного входа инструмента и его входа.

Есть возможность выполнить механическую обработку детали «Крышка редуктора» на современном оборудовании.

Во время разработки конструкции детали и применялись простые геометрические формы, позволяющие использовать методы высокопроизводительной обработки. Возможны подходящие для технологических баз поверхности.

Деталь обеспечена достаточной жесткостью.

В конструкции детали отсутствуют не технологические элементы.

Произведем количественную оценку технологичности конструкции детали по коэффициенту использования материала, для предлагаемого варианта литья в кокиль.

Коэффициент использования материала [10]:

$$K_M = \frac{M_D}{M_M} = \frac{0,26}{0,59} = 0,440,$$

где M_D – масса изделия по исходному чертежу, кг.

M_M – масса используемого материала заготовки, на обработку, кг.

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Необходимо рассчитать средние точности и качество обработанных поверхностей детали, вследствие чего мы получим необходимый коэффициент [10].

Данные изделия заносим в таблицы 3 и 4, в которых: T_i – качества,

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Π_i – данные качества поверхности, n_i – число размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Коэффициент точности находим по [10, с. 229], полученные результаты вписываем в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
7	17	70	12	8	96
9	9	81	14	15	210
11	4	40			

$$\Sigma n_i = 23; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 306$$

Определим среднюю точность обработки детали [10].

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{306}{23} = 13,03.$$

Определим исходный коэффициент точности и полученный [10].

$$R_{Tq} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{13,03} = 0,92.$$

Коэффициент качества поверхности определим по [10, с. 229], а результаты вписываем в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента точности

Π_i	n_i	$\Pi_i \cdot n_i$	Π_i	n_i	$\Pi_i \cdot n_i$
0,8	4	3,2	1,6	3	4,8
6,3	11	69,3	3,2	12	38,4

$$\Sigma n_i = 15; \quad \Sigma \Pi_i \cdot n_i = 43,2$$

Определим среднее качество поверхностей [10].

$$\Pi_{cp} = \frac{\Sigma \Pi_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{43,2}{15} = 2,8,$$

где Π_i – класс шероховатости;
 n_i – число размеров соответствия класса точности.

Определим коэффициент шероховатости [10].:

$$R_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{ср}} = 1 - \frac{1}{2,8} = 0,634.$$

Из произведенного анализа технологичности детали следует, что рассматриваемая нами деталь «Крышка редуктора» является технологичной.

1.1.4. Анализ исходной информации для разработки технологического процесса механической обработки детали «Крышка редуктора»

Рабочий чертеж – ДП 44.03.04.618.02; *Тип производства* – мелкосерийное; *Масса детали* – 0,26 кг.

На основании анализа технологических требований разработан следующий ряд технологических задач:

1) Достичь качества поверхностей:

- отверстий Ø13H7, Ø17H7, Ø26H7, Ø2,5D9 по шероховатости 0,8мкм; отверстие Ø37H9 по шероховатости 1,6 мкм; верхняя и нижняя плоскости разъёма, резьбовые отверстия М3, М4 по шероховатости 3,2мкм; другие поверхности по шероховатости 6,3мкм.

2) Достичь точности следующих размеров:

- отверстий Ø17, Ø13 и Ø26 по 7-му качеству, отверстия М3 и М4 по качеству 7Н, поверхности Ø2,5 и Ø37 по 9-му качеству, межосевые расстояния 35, 35 и 32 размеры 14 мм и 45,6 мм по 11-му качеству, размеры 54мм, 67мм, 50мм, 122мм по 12-му качеству, другие поверхности и размеры по 14-му качеству.

- Достичь допуска радиального биения отверстия Ø37H9 относительно базы «Р» в пределах 0,05 мм;

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Достичь позиционного допуск отверстия М4-7Н в пределах 0,12 мм;

на диаметр относительно базы «П».

- Достичь позиционного допуска отверстия М3-7Н в пределах 0,12мм на диаметр относительно базы «М».

- Достичь позиционного допуска отверстия Ø4,3 в пределах 0,12мм на диаметр.

1.1.5. Анализ базового технологического процесса

Технологический процесс классифицируют по следующим признакам: - *по числу охватываемых изделий* – мелкосерийный; - *по типу* – производственный; - *по документации* – маршрутно-операционный.

В таблице 5 проведён маршрут изготовления детали «Крышка редуктора» по базовому (заводскому) техпроцессу.

Таблица 5 – Базовый (заводской) технологический маршрут детали «Крышка редуктора»

№ поверх ности	Наименование операции	Примечание
1	Отрезная	Отрезной СРЗ-200-01-П
2	Маркировочная	Верстак
3	Фрезерование	6Т82 Станок консольно-фрезерный
4	Слесарная	Верстак
5	Многоцелевая ЧПУ, наладочная	-
6	Многоцелевая ЧПУ	ИР-500 Станок горизонтальный фрезерный многоцелевой
7	Слесарная	Верстак
8	Многоцелевая ЧПУ, наладочная	-
9	Многоцелевая ЧПУ	ИР-500 Станок горизонтальный фрезерный многоцелевой
10	Слесарная	Верстак

Таблица 6 – Базовый технологический процесс детали «Крышка редуктора»

№ Операции	Наименование операции	Режущий инструмент и оснастка	Измерительный инструмент
030	Фрезерная 1. Фрезеровать поверхности 7 и 10.	Фреза Ø32 2223-0015 ГОСТ 17026- 71	Штангенрейсмас ШР-0-250-0.05 ГОСТ 164-80.
060	Многоцелевая с ЧПУ 1. Фрезеровать плоскости 3, 4, 5, 6 2. Фрезеровать поверхности 8, 9, 10. 3. Сверлить и нарезать резьбу в отв. 1 и 2. 4. Сверлить отв. 19. 5. Точить фаски 20, 21, 22.	Прижимы Фреза Ø8 2220-0009 ГОСТ 17025- 71; Фреза Ø16 2223-0003 ГОСТ 17026- 71 Фреза Ø10 2223-0003 ГОСТ 17026- 71 Сверло Ø2.5 ГОСТ 10903 Сверло Ø3.3 ГОСТ 10903 Метчик М4-7Н ГОСТ 17752	Штангенрейсмас ШР-0-250-0.05 ГОСТ 164-80. Штангенциркуль ШЦ-I-0-250-0,05 ГОСТ 166-89 Штангенглубиномер ШГ-0-160-0,05 ГОСТ 162-90; Нутромер специальный Набор резьбовых шаблонов ГОСТ 519-77 Калибры-пробки ГОСТ 14810-69
090	Многоцелевая с ЧПУ 1. Собрать с ответ. деталью и расточить отверстия 11 и 12. 2. Сверлить, зенкеровать и развернуть 2 отв. 18 3. Фрезеровать резьбу 15	Тиски специальные Сверло Ø12 ГОСТ 10903 Сверло Ø4.1 ГОСТ 10903 Сверло Ø4.3 ГОСТ 10903 Зенкер Ø4.3 2320-2051 ГОСТ 3231-71 Фреза Ø25.5x8 Дисковая WWK255E DIN850 Фреза резьбонарезная М30x1-7Н ГОСТ 1336-77 Метчик М3-7Н ГОСТ 17752	Штангенрейсмас ШР-0-250-0.05 ГОСТ 164-80. Штангенглубиномер ШГ-0-160-0,05 ГОСТ 162-90; Нутромер специальный Набор резьбовых шаблонов ГОСТ 519-77 Калибры-пробки ГОСТ 14810-69

Базовый техпроцесс соответствует станочному цеховому парку. В заводском техпроцессе деталь «Крышка редуктора» механическая обработка выполняется за 3 операции.

Для изготовления «Крышки редуктора» применяется устаревшее оборудование и инструменты, что влечёт за собой повышение времени изготовления и обработки, погрешностей

Решением данных проблем предлагается следующее:

- другой способ получения заготовки (с проката на литье в кокиль);
- применение современного вертикального обрабатывающего центра VMC-116B за место устаревшего оборудования;
- применение современного прогрессивного инструмента компаний: «Hoffmann Group», «OSAWA», «GARANT», «HOLEX» ;
- разработка нового технологического процесса;
- разработка управляющей программы обработки детали на стойке Fanuc 0i/13i;
- разработка методики повышения квалификации рабочего персонала по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Анализ типа производства для базового (заводского) технологического процесса.

В соответствии с ГОСТ 14.004 – 83, тип производства – классификационная категория производства, определяемая в зависимости от широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объёма выпуска.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{зо}$ и находится по формуле [10, с.33]:

$$K_{зо} = \frac{\sum P_o}{P_{я}}, \quad (1)$$

где $\sum P_o$ - общее число операций на обработку.

$P_{я}$ – явочное число рабочих.

Определим годовую программу выпуска [10, с.33].

При массе детали $m_{дет} = 0,26$ кг и для мелкосерийное производства примем $N = 600$ шт.

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Имея информацию о штучном времени, мы можем определить количество используемых станков [10, с.33]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}},$$

где $F_d = 3946$ ч – действующий фонд годового времени;

$\eta_{з.н.} = 0,85$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Определяем сумму рабочих мест P доводя в большую сторону m_p .

Устанавливаем фактический коэффициент загрузки $\eta_{з.ф.}$ [10, с.33]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}.$$

Находим количество операций на оборудовании по формуле [10, с.33]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}.$$

Находим результаты для следующей операции 010 Фрезерная.

$$m_p = \frac{600 \cdot 9}{60 \cdot 3946 \cdot 0,85 \cdot 1,2} = 0,022, \text{ примем } P=1, \eta_{з.ф.} = \frac{0,022}{1} = 0,022, O = \frac{0,85}{0,022} = 38,6$$

примем $O=39$.

Находим результаты для следующей операции 060 Многоцелевая с ЧПУ.

$$m_p = \frac{600 \cdot 18,7}{60 \cdot 3946 \cdot 0,85 \cdot 1,2} = 0,052, \text{ примем } P=1, \eta_{з.ф.} = \frac{0,052}{1} = 0,052,$$

$$O = \frac{0,85}{0,052} = 16,34, \text{ примем } O=17.$$

Находим результаты для следующей операции 060 Многоцелевая с ЧПУ.

$$m_p = \frac{600 \cdot 21,5}{60 \cdot 3946 \cdot 0,85 \cdot 1,2} = 0,06, \text{ примем } P=1, \eta_{з.ф.} = \frac{0,06}{1} = 0,06, O = \frac{0,85}{0,06} = 14,16$$

примем $O=15$.

Данные расчётов записываем в таблицу 7.

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблица 7 - Типа производства для базового технологического процесса

Операция	Т _{шт-к}	m _p	P	η _{эф}	O
010 Фрезерная	9	0,02	1	0,02	39
060 Многоцелевая с ЧПУ	18,7	0,05	1	0,05	17
090 Многоцелевая с ЧПУ	21,5	0,06	1	0,06	15

ΣP = 3

ΣO = 71

Находим коэффициент закрепления (1):

$$K_{30} = \frac{\Sigma P}{\Sigma O} = \frac{71}{3} = 23,6 \quad - \quad \text{данный результат попадает под условия}$$

мелкосерийного производства, для которого $20 < K_{3,0} = 23,6 \leq 40$

Общее число деталей в партии [10, с.36]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{600 \cdot 10}{254} = 23,6 \text{ шт.}, \quad (2)$$

где a- коэффициент запаса деталей на складе перед сборкой,

для мелкосерийного примем, a=10 шт.;

254 – число дней в году при 5-дневной рабочей неделе.

Примем n= 23 шт.

Для поточного производства характерным является так запуска и такт выпуска [10, с.38]

$$t_3 = \frac{F_d}{N} = \frac{3946}{600} = 6,57 \text{ шт.} \quad (3)$$

Примем n= 6 шт.

1.1.6. Определение типа производства для совершенствуемого варианта

Современное производство подразделяют на различные типы: единичное, серийное и массовое [10, стр. 30].

Таблица 8 – Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

В начале этапа проектирования типа производства приблизительно может быть подобран по таблице 8 от массы детали и объема выпуска.

На основании исходных данных, что масса детали составляет 0.29 кг и типа производства – мелкосерийное зададим объем годового выпуска деталей равным 800 шт., годовой фонд при 3-х сменной работе $F_d=5376$ ч.

Таблица 9 - Тип производства для предлагаемого технологического процесса

Операция	$T_{шт-к}$	m_p	P	$\eta_{зф}$	O
010 Комплексная ЧПУ	9,74	0,023	1	0,023	37
020 Комплексная ЧПУ	16,46	0,04	1	0,04	22

$\Sigma P = 2$

$\Sigma O = 59$

Находим коэффициент закрепления операций по формуле (1):

$$K_{30} = \frac{\Sigma P}{\Sigma O} = \frac{59}{2} = 29,5 - \text{данный результат попадает под условия}$$

мелкосерийного производства, для которого $20 < K_{30} = 29,5 \leq 40$

Общее число деталей в партии по (2):

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{800 \cdot 10}{254} = 31,5 \text{ шт.}$$

Примем $n=31$ шт.

Такт запуска по (3):

$$t_3 = \frac{F_d}{N} = \frac{5376}{800} = 6,72 \text{ мин.}$$

Примем n= 6 шт.

1.2 Разработка технологического процесса

1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Изначальные данные по чертежу:

- масса детали 0,26 кг;
- габариты детали: 122x45,6x68 мм;
- материал – сплав АЛ-19 ГОСТ 1583-93;
- годовое число деталей 800 шт.

На настоящий момент для изготовления заготовок в машиностроении применяют различные технологические методы такие как [1]:

- литьё (в землю, в опоках, кокильное, центробежное, по выплавляемым способам, в оболочковые формы, под давлением и др.);
- пластическое деформирование металлов (штамповка на молотах, а также прессах свободной ковки, ковка в штампах подкладных, периодический и поперечный прокат, высадка, выдавливание и др.);
- комбинированные способы штамповки – сварки, литья – сварки;

Разбирают следующие основные аспекты выбора, на который влияет тип технологического метода изготовления заготовки [1]:

- Геометрические формы детали;
- материал, необходимый для изготовления детали;
- масса и размеры заготовки;
- по количеству выпуска деталей в объеме партии;
- стоимость полуфабриката, применяемого для получения заготовки;

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

- себестоимость заготовки, получаемой выбранным методом;
- расход на материал и себестоимость при обработке заготовки.

Учитывая материал детали «Крышка редуктора сплав АЛ-19(АЛ5), и требований к точности изготовления, был выбран способ получения заготовки – отливка в кокиль.

У данного способа есть как преимущества, так и недостатки:

Достоинства литья в кокиль [1]:

- ✓ возможность автоматизации труда;
- ✓ хорошие механические свойства отливок, обусловленные их мелкозернистой структурой;
- ✓ снижение припусков на механическую обработку;
- ✓ снижение расходов на возврат литья за счет уменьшения количества металла на литниковую систему или ее отсутствие.

Недостатки литья в кокиль:

- ✓ отсутствие податливости форм;
- ✓ трудоемкость изготовления кокилей;
- ✓ высокая стоимость кокилей.

По форме и конфигурации заготовка будет напоминать готовую деталь, при этом имея низкий припуск. Масса заготовки – 0,37 кг.

1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Технологическое базирование необходимо для решения задач ориентирования деталей и узлов во время сборки и обработки изделий на станках. Технологические базы применяются для задания положения детали в процессе её обработки.

К Технологическим базам относятся: основные, вспомогательные, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят основание детали и два отверстия $\varnothing 2,5D9$. К вспомогательным базам относят отверстия $\varnothing 13H7$, $\varnothing 17H7$ и отверстие $\varnothing 26H7$.

Черновая база - это поверхности, которые уже обработали на первой операции или, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В данной ситуации черновой базой назначаем торец «А» и торец «Б»
Закрепление детали на торце «А» исключает у изделия 3-х степеней свободы (Двух видов вращения изделия и одного вида смещения).

Зажим детали с торца «Б» – исключает 2-х степени свободы (двух видов перемещения). Таким образом, базирование частичное. На рисунке 3 показана графическая схема чернового базирования.

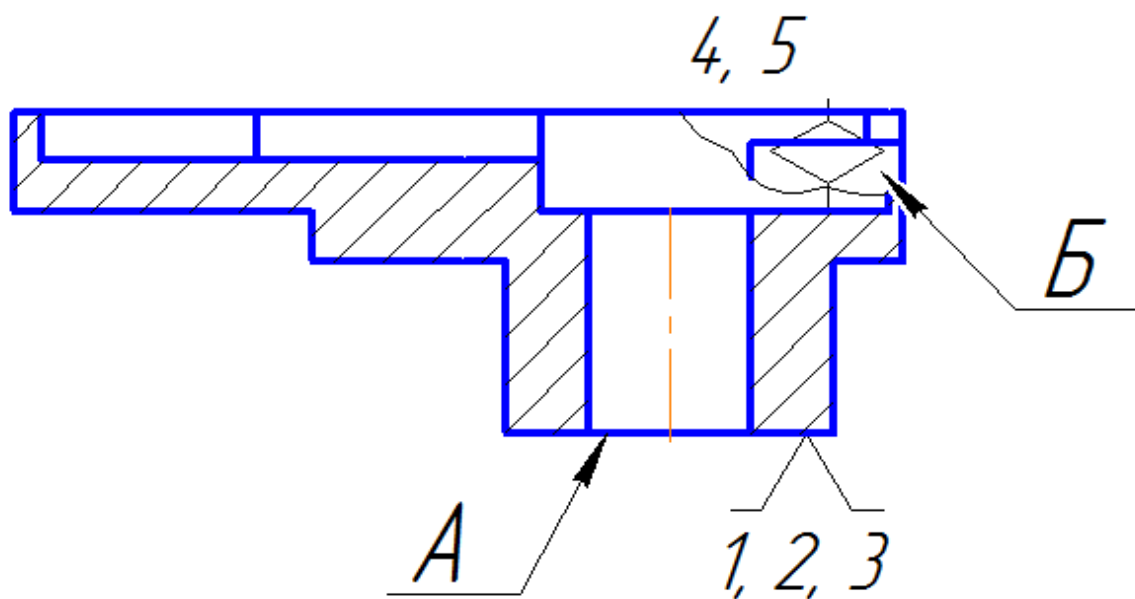


Рисунок 3 – Графическая схема чернового базирования.

К чистовым базам относятся обработанные поверхности, на которые устанавливается деталь при обработке. В данном варианте зажатие детали на чистовые базы установлено основание детали «Г» и отверстия «Д» и «Е».

Прижим на основании детали «Г» – исключает у детали 3-х степеней свободы (два вращения и одного типа перемещения), зажим на торце детали «Д» лишает деталь 2-х степеней свободы (два типа перемещения),

Зажатие на торце детали «Е» исключает у детали одной степени свободы (одного типа вращения). Вследствие чего, полное базирование обеспечено.

На рисунке 4 показано чистовое базирование.

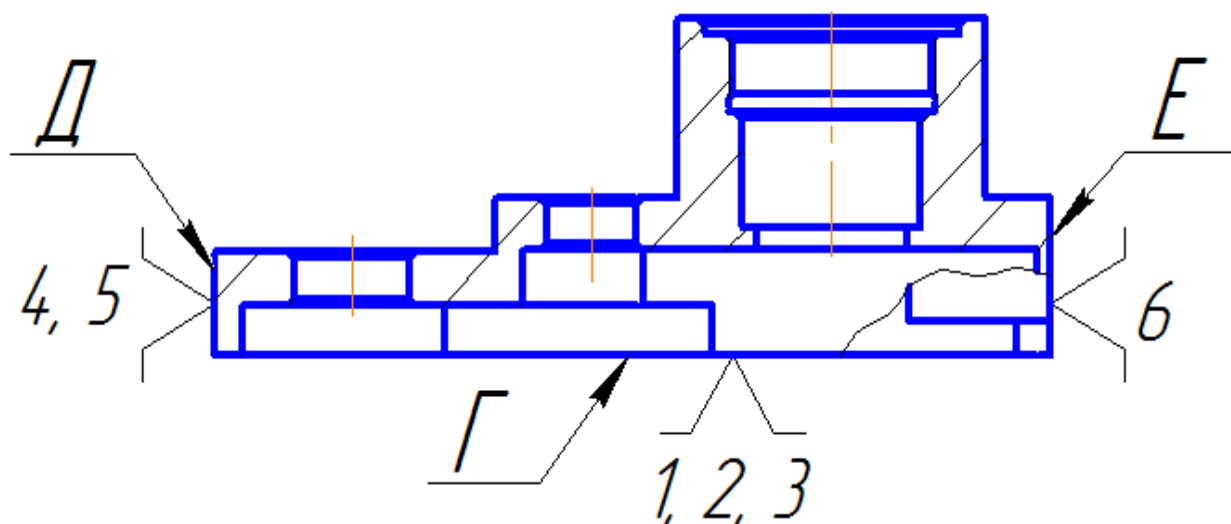


Рисунок 4 – Чистовые базы

1.2.3. Разработка технологического маршрута

При разработке усовершенствованного технологического процесса, приведённого в таблице 10, применяться современное оборудование, а также современное высокопроизводительное инструментальное оснащение.

В проектируемом технологическом процессе применяется другой тип заготовки, что уменьшает число переходов, а также общее количество операций.

Таблица 10 – Технологический маршрут механической обработки
«Крышка редуктора»

№ Опера ции	Наименование операции	Оборудо вание	Режущий инструмент
010	Комплексная с ЧПУ 1. Установить, закрепить и снять заготовку 2. Фрезеровать поверхности 7 и 10 3. Фрезеровать плоскости 3, 4, 5, 6 4. Фрезеровать поверхности 8 и 9. 5. Сверлить отв. 18.	VMC-116B	1)Фреза Ø 32- 221941MFH micro (Hoffmann Group) СМП LGPT0102 1)Фреза Ø 8 – 221941 MFH micro (Hoffmann Group) СМП LGPT0102 2)Фреза Ø 16 - 221941MFH micro (Hoffmann Group) СМП LGPT0102 3)Сверло Ø3.3 - 353ALH (OSAWA)
020	Комплексная с ЧПУ 1. Собрать с ответ. деталью и расточить отверстия 11 и 12. 2. Фрезеровать отверстия 11, 12, 13 3. Сверлить, зенкеровать и развернуть 4 отв. 17 4. Фрезеровать резьбу 15. 5. Фрезеровать 14, 15, 16 6. Нарезать фаски 11 и 12 7. Сверлить отв. 1 и 2 и нарезать резьбу 8. Точить фаски 19, 20, 21	VMC-116B	1)Сверло Ø12 - 113005(HOLEX) 2)Сверло Ø4.1 - 353ALH (OSAWA) 3)Сверло Ø4.3 - 353ALH (OSAWA) 4)Зенкер Ø4.3 Конический зенкер HSS 90гр D=4.3 l=200 GQ-05501 5) Фреза Ø10- 215609 (GARANT) СМП-215609 - МТС AP.0602 6) Сверло Ø2.5- 113005 (HOLEX) 7)Фреза Ø20– 215609 (GARANT) СМП-215609 МТС AP.0602 8)Фреза Ø25.5x8 Дисковая WWK255E 9)Метчик М4-7Н - 13 1125(GARANT) 10) Метчик М3– 7Н– 13 1125(GARANT) 11)Метчик М4-7Н– 13 4250(GARANT) 12)Фреза резьбонарезная М30х1– 218000 (GARANT)СМП №21800

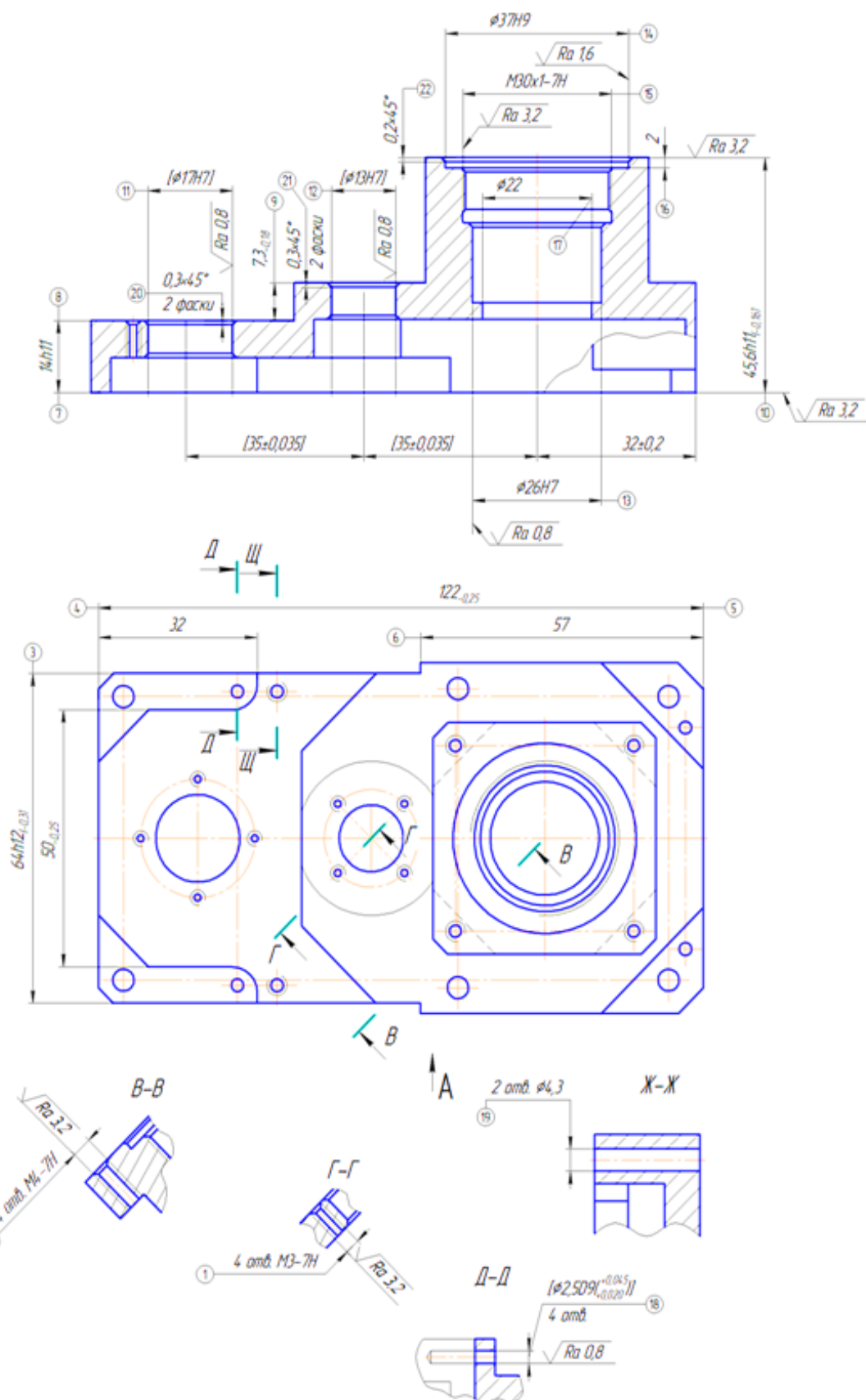


Рисунок 5 – обрабатываемые поверхности детали «Крышка редуктора»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.618.ПЗ

1.2.4. Выбор технологического оборудования

1.2.4.1. Выбор и описание оборудования

Для того чтобы было возможно увеличение производственную программу выпуска детали «Крышка редуктора» с 600 до 800 шт., было предпринято решение также обновить оборудование.

Оборудование для каждой операции подобрано с учетом следующих показателей:

- выбранный станок должен удовлетворять технические требования к изготавливаемой детали – необходимые точности, качество и размеры обработки;
- должен обладать достаточной рабочей зоной, чтобы соответствовать габаритам изготавливаемой детали;
- должен иметь возможность дополнять его современными приспособлениями, прогрессивными инструментами, средствами механизации, а также автоматизации;
- должен соответствовать производительности заданной программе выпуска изделий;
- мощность, кинематическая точность и жесткость станка должны давать возможность вести обработку на оптимальных режимах резания с наименьшим расходом времени на производство.

Наиболее важным принципом выбора станка является экономичность процесса обработки всех операций, выполняемых на оборудовании.

На основании данных технологических задач и требований к повышению годовой программы выбираем вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ - VMC – 116B, Компании KAO FONG MACHINERY CO., LTD Тайвань [19].

На рисунке 6 представлен ВОЦ с ЧПУ KAFO VMC – 116B, а на рисунке 7 рабочий стол VMC – 116B [20].

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 6 – Обрабатывающий центр с ЧПУ КАFO
VMC – 116B

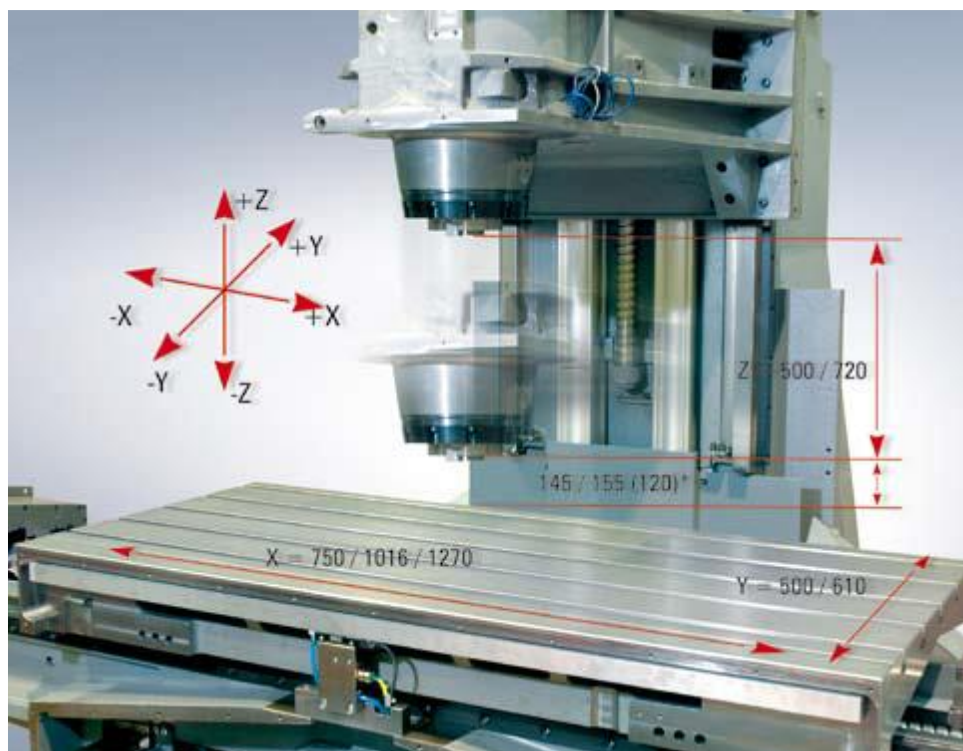


Рисунок 7 - Стол ВОЦ VMC – 116B

Таблица 11 – Технические характеристики ВОЦ VMC – 116B [20].

Наименование характеристики	Значение характеристики	
Смещение по оси X	мм	1100
Смещение по оси Y	мм	600
Смещение по оси Z	мм	635
Размер стола	мм	1250x650
Расстояние от шпинделя до стола	мм	100~735
Расстояние от центра шпинделя до колонны.	мм	650
Максимальная нагрузка на стол	кг	1200
Шпиндель		
Конус Шпинделя	BT-50	
Мощность	кВт	15/18,5
Скорость шпинделя (Опция)	Об/мин	6000 (10000)
Инструментальная система		
Тип	тип	Карусельного типа
Количество инструмента	Шт.	24
Тип оправок	тип	BT-50
Время смены инструмента	сек	2,8
Подачи		
Быстрые перемещения (X/Y/Z)	м/мин	24/24/20
Точность позиционирования	±	0,005 мм
Габариты		
Ширина	мм	3830
Длина	мм	2925
Высота	мм	2770
Масса	кг	7 500
Потребляемая мощность	кВт	28

1.2.4.2. Выбор режущего инструмента

От правильно подобранного режущего инструмента зависит производительность и продуктивность механической обработки.

Режущий инструмент подбирается с учетом:

- использования стандартизированного и нормализованного инструмента;
- вида производства, а также метода обработки;
- типу размеров и точности обрабатываемых поверхностей;
- материала необходимого обработать;
- износоустойчивости инструмента, его прочности и режущих свойств;
- стадии обработки поверхностей – черновая, чистовая, тонкая.

В усовершенствованном технологическом процессе применяется высокопроизводительные инструменты компаний: «Hoffmann Group», «OSAWA», «GARANT», «HOLEX» [16] [17].

Рассмотрим пример выбора инструмента от компании «Hoffmann Group» и «GARANT» на рисунке 8 [16].

Исполнение								
Инструментальный материал	HSS E	Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом (5 %)	HSS E-PM	Порошковая быстрорежущая сталь	VHM	Мелкозернистый цельный твердый сплав, группы сплавов K10-K40 и P40	HSS E-SPM	Специальная порошковая быстрорежущая сталь, с высоким содержанием кобальта
	PKD	Поликристаллический алмаз	Кермет	Кермет				
Тип	Тип N	Тип N = нормальный		Твердосплавный роутер с разнонаправленными зубьями для высокопроизводительной обработки	HR	Мелкий черновой профиль		Левое резание
Стандарт	DIN 206 B	Соотв. DIN 206	EN 22568	Соотв. Euro-Norm 22568		Заводской стандарт	DIN 371	Соотв. DIN 371
Хвостовик	Твердосплавные сверла и фрезы с хвостовиком DIN 6535-HA (от Ø ≥ 6 мм) по желанию могут поставляться с лыской на хвостовике HB или HE: Обратите внимание на текст под заголовком Указание в описании соответствующего режущего инструмента. Требуется: 1 сверло № 12 2659 разм. 10 с лыской HE. Пример заказа: 1 шт. № 12 2659 разм. 10 + 1 шт. № 12 9100 HE Изготовление лыски на хвостовике: по индивидуальному заказу – возможность отказа от заказа не предусмотрена.				 Хвостовик по допуску h6 с лыской DIN 1835-B	 Хвостовик по допуску h7 с 3 лысками для 3-кулачковых патронов		
Длина		Длина рабочей части 25×Ø (сверло для глубокого сверления)		Общая длина режущего инструмента		Фреза с обнуженным хвостовиком (L4)		Диаметр обнужения (D4)
Угольник		180° Ступенчатый инструмент для цевкования 180°		60° Возможна подача фрезы в этом направлении		90° Зенковка с углом при вершине 60°		90° Зенкующая ступень
		90° Допуск прецизионного инструмента в мкм-диапазоне		45° Прогрессивная геометрия спиральной канавки		45° Нерегламентированная фаска при вершине режущей кромки		45° Фаска под 45° при вершине режущей кромки
Форма / зубья		Вершина сверла со специальной подточкой – для арамидных волокон		Инструмент с 3 зубьями		Форма C		Высокопроизводительные сверла с 6 направляющими ленточками и ВО
Резьба		МФ Метрическая мелкая резьба		EG-M Метрическая резьба для проволочных вставок		60° С углом профиля 60°		2–3 шага резьбы Форма C с поднутрением
	Примечание по применению метчиков с каналами для охлаждения на станках с ЧПУ: В целях оптимальной смазки (для наибольшего периода стойкости и максимальной эксплуатационной надёжности) рекомендуется использовать быстросменные резьбонарезные патроны GARANT со встроенной системой микросмазки и минимальной компенсацией длины (MLA) № 33 8100 – 8121.					Необходимый для метчика Ø отверстия под резьбу		Шаг резьбы
Допуск	H7	Для отверстий с допуском H7	ISO 2 6H	Метрическая резьба ISO Класс точности 2 6H = средний допуск	m7	Ø режущей кромки, допуск m7	-0,007 +0,002	Ø режущей кромки, абсолютные величины допуска
	HPC	High Performance Cutting для максимальной производительности	MTC	Multi Task Cutting Инструмент MTC с пониженной силой резания	TPC	Trochoidal Performance Cutting Динамическое трохоидальное фрезерование		
Применение		Требуется направляющее отверстие и вспомогательное направляющее отверстие		25 bar С внутренним охлаждением, минимальное давление 25 бар. При работе со сверлами от 12×D в систему подачи СОЖ должен быть вставлен фильтр 20 – 25 мкм.				
	G 2,5	G 2,5	Фрезы с качеством балансировки G 2,5 – обеспечивается до указанной частоты вращения n _{max} (согласно маркировке на хвостовике). При высокой частоте вращения важное значение имеет достаточно высокое качество балансировки системы в сборе (патрон и инструмент). На рис. показано (пример), какое качество балансировки системы в сборе достигается при разном качестве балансировки компонентов.					
Качество балансировки	Пример: оправка G 2,5 + инструмент G 2,5 = качество балансировки системы в сборе G 1,73 Подобности см. в Справочнике по обработке резанием № 11 0010							
Шпиндель	Оправка m = 1 кг	Инструмент m = 0,5 кг	Качество балансировки системы в сборе при n = 30 000 об/мин					
Вес шпинделя 15 кг Качество балансировки вращающихся деталей G 0,4	Экцентриситет 2 мкм	G 2,5	G 1	G 2,5	G 6,3	G 16	G 1,68	G 1,73
		G 2,5	G 1,68	G 1,73	G 1,84	G 2,14		
Примечание: условием обеспечения качества балансировки системы в сборе ≤ G 2,5 является обеспечение качества балансировки оправки G 2,5.								

Рисунок 8 – пример выбора инструмента «Hoffmann Group» и «GARANT»

Операция 010 Многоцелевая с ЧПУ – используется следующий список инструментов:

- 1) Концевая торцово-цилиндрическая фреза с внутренними каналами для СОЖ Ø 36 MT190L-032W32R03AD10-36-ИК.



MT 190L-W...AD10-ИК

Хвостовик - цилиндрический типа "Weldon" DIN 1835 B


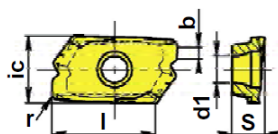
Обозначение	Размеры, мм						n _{max} RPM	 кг		Кол.		
	D	a	H	L	d	Z						
MT190L-032W32R03AD10-36-ИК	32	36	55	115	32	3	30200	0,4	ADKT10T308.	12	T250555-08AP	7008-T

Рисунок 9 – Фреза Ø 36 MT190L-032W32R03AD10-36-ИК

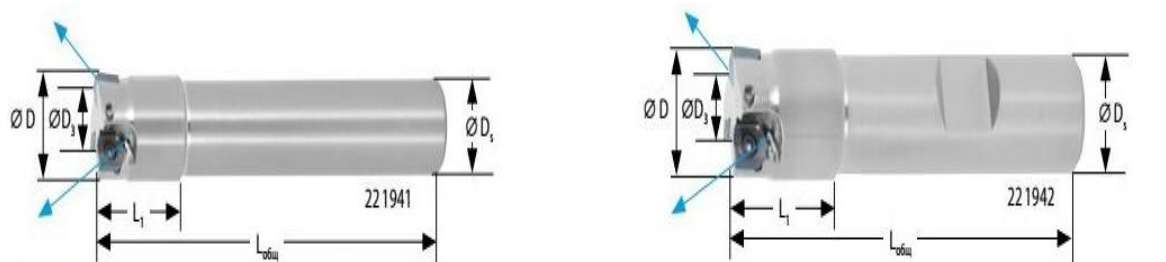
- СМП ADKT10T308SR-SM



Обозначение	Марка твердого сплава														Основные размеры								
	P						M				K		S		H		ic	l	S	d1	r	b	
	HCP25C	HCP30	HCP35	HCM35			HCP30	HCP35	HCM35		HCP25C	HCK15	HCM35			HCP25C							HCH15
	MM																						
ADKT10T308SR-HF				○					●				○					6,8	10,0	3,97	2,8	0,8	1,4
ADKT10T308SR-HM				○					●				○					6,8	10,0	3,97	2,8	0,8	1,4
ADKT10T308SR-HR				○					●				○					6,8	10,0	3,97	2,8	0,8	1,4
ADKT10T308SR-SF	●										●					○		6,8	10,0	3,97	2,8	0,8	1,4
ADKT10T308SR-SM	●	●					○				●					○		6,8	10,0	3,97	2,8	0,8	1,4
ADKT10T308SR-SR	●		●					○			●					○	●	6,8	10,0	3,97	2,8	0,8	1,4
ADKT10T308SR-GM												●						6,8	10,0	3,97	2,8	0,8	1,4
ADKT10T308SR-GR												●						6,8	10,0	3,97	2,8	0,8	1,4

Рисунок 10 – СМП ADKT10T308SR-SM

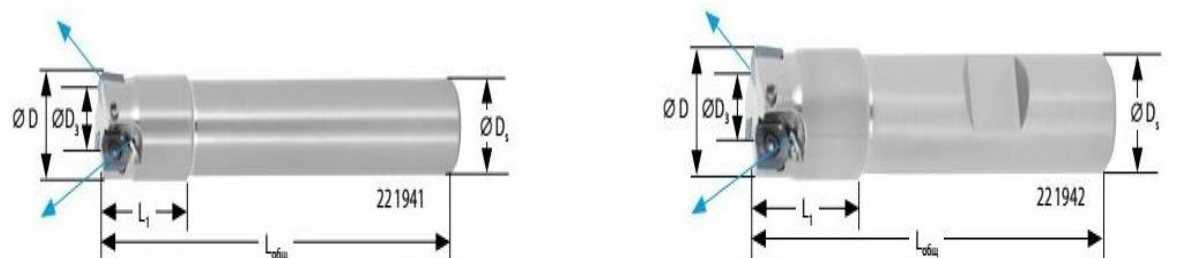
2) Высокопроизводительная фреза MFH micro Фреза Ø 16 (Hoffmann Group)



ØD/ число зубьев Z	250 22 1941	250 22 1942	Число зубьев Z	ØD ₃	a _{р макс}	L ₁	L _{общ}	ØD ₃ h6	Для цирку- лярного вре- зания ØD _{мин}	Для цирку- лярного вре- зания ØD _{макс}	Угол врезания α _{макс}	Длина врезания L для α _{макс}	винт для СМП
	Высокопроизводительные фрезы												
	MFH micro						22 1941 22 1942						
мм	Цилиндр. хвостовик	Хвостовик Weldon		мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	градусов	мм	
16/4	220,30	220,30	4	12,2	0,5	25	90	73	16	28,5	30	23,8	229722 (6IP; 0,6 Н·м)

Рисунок 11 – MFH micro Фреза Ø 16

3) Высокопроизводительная фреза MFH micro Фреза Ø 8 (Hoffmann Group)



ØD/ число зубьев Z	250 22 1941	250 22 1942	Число зубьев Z	ØD ₃	a _{р макс}	L ₁	L _{общ}	ØD ₃ h6	Для цирку- лярного вре- зания ØD _{мин}	Для цирку- лярного вре- зания ØD _{макс}	Угол врезания α _{макс}	Длина врезания L для α _{макс}	винт для СМП
	Высокопроизводительные фрезы												
	MFH micro						22 1941 22 1942						
мм	Цилиндр. хвостовик	Хвостовик Weldon		мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	градусов	мм	
8/1	143,80	143,80	1	4,2	0,5	16	75	58	10	12,5	14	7,1	229722 (6IP; 0,6 Н·м)

Рисунок 12 – MFH micro Фреза Ø 8

4) Фрезерная СМП LGPT0102. для фрез MFH micro Фреза (Hoffmann Group)

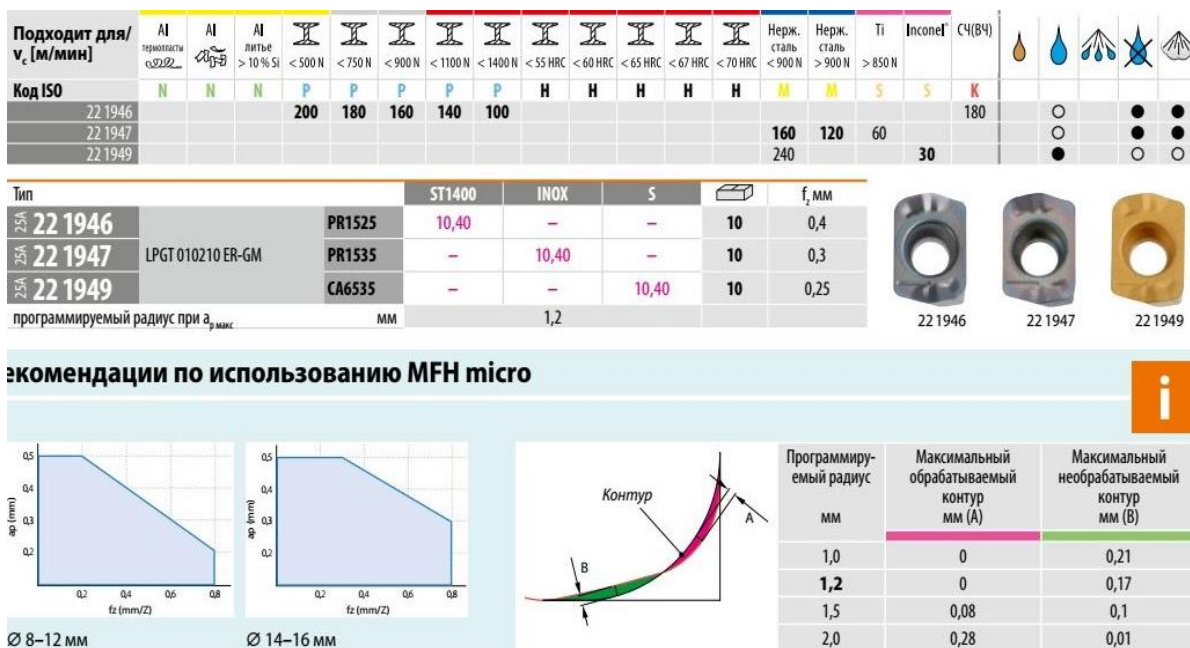


Рисунок 13 – СМП LGPT0102

5) Сверло Ø 2.5 – 113005 (HOLEX)

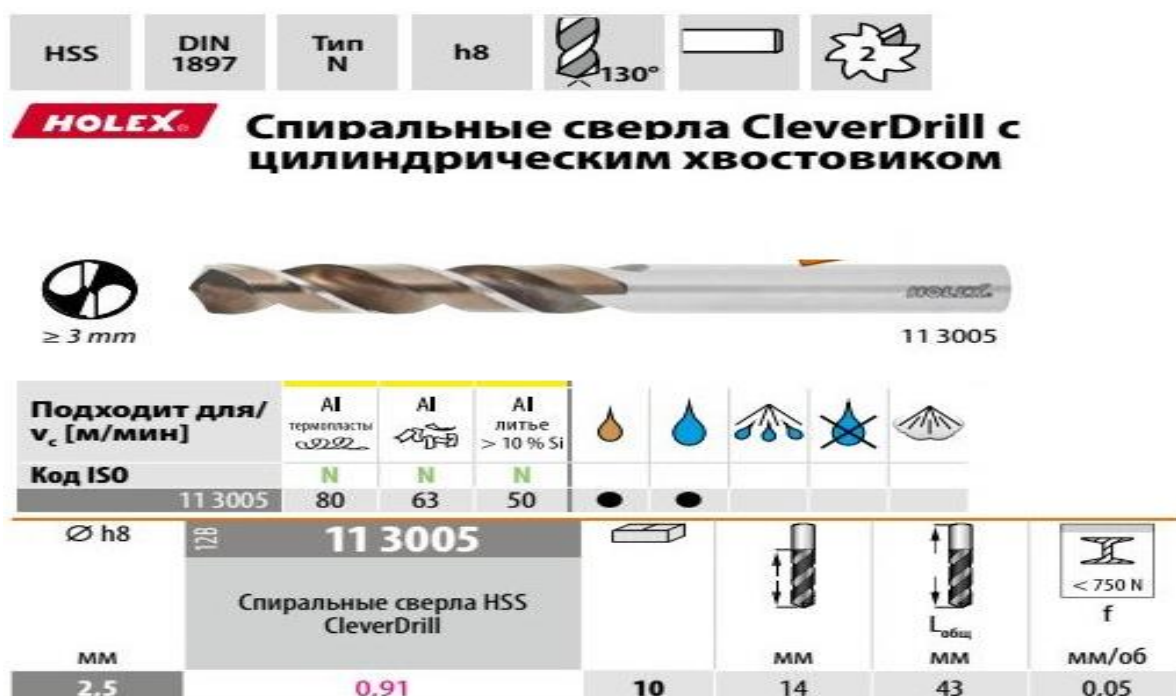


Рисунок 13 – Сверло Ø 2.5

Операция 020 Многоцелевая с ЧПУ – используется следующий список инструментов:

1) Сверло Ø 4.3- **353ALH (OSAWA)**

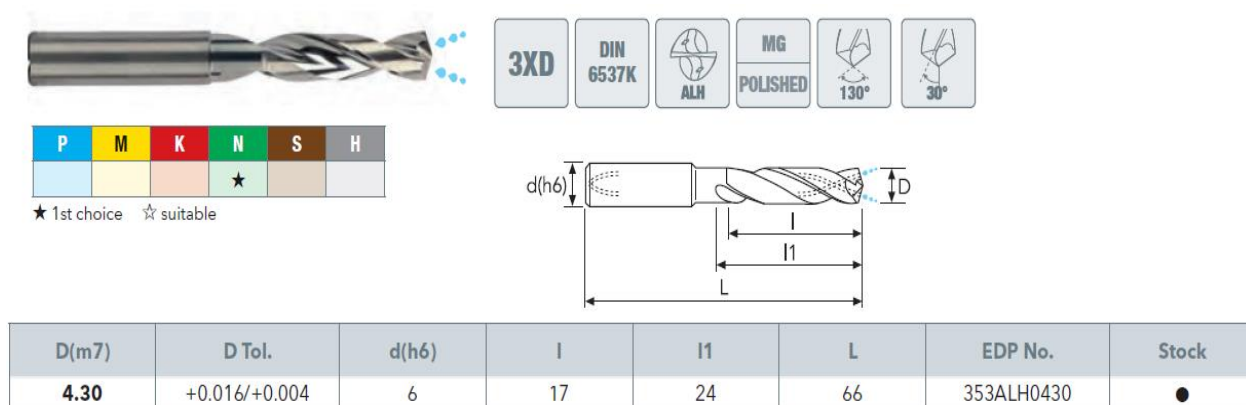


Рисунок 14 – Сверло Ø 4.3

2) Сверло Ø 4.1 - **353ALH (OSAWA)**

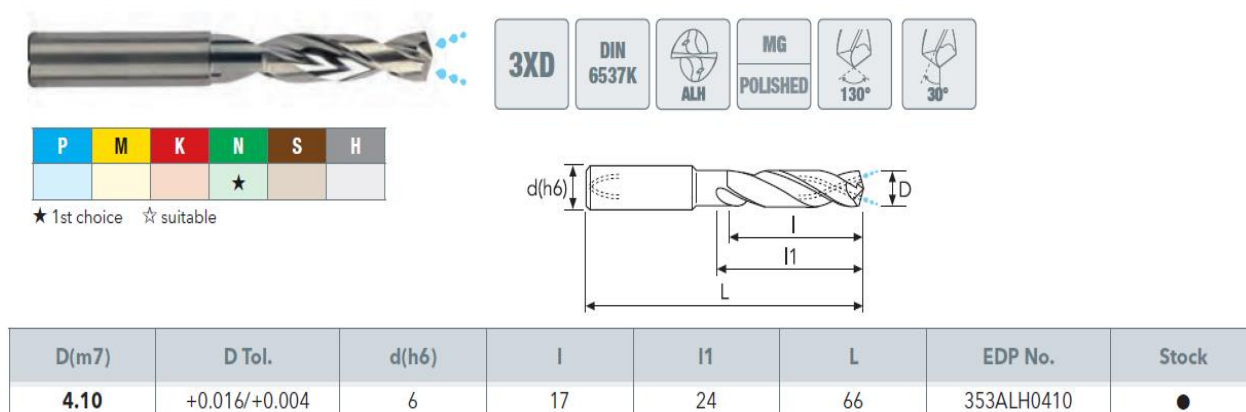


Рисунок 15 – Сверло Ø 4.1

3) Зенкер Ø 4.3 **Конический зенкер HSS 90гр D=4.3 l=200 GQ-05501**

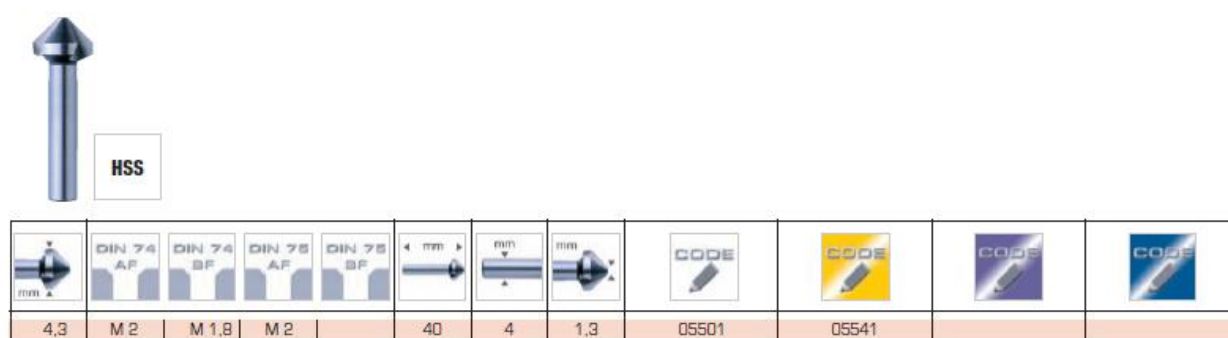
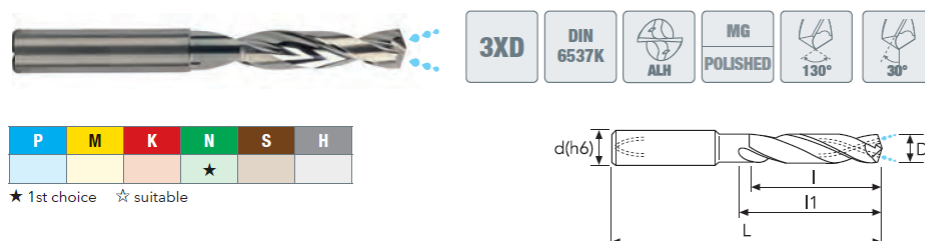


Рисунок 16 – Зенкер Ø 4.3

4) Сверло Ø 3.3- 353ALH (OSAWA)



D(m7)	D Tol.	d(h6)	I	I1	L	EDP No.	Stock
3.30	+0.016/+0.004	6	14	20	62	353ALH0330	●

Рисунок 17 – Сверло Ø 3.3

5) Сверло Ø 12 – 113005 (HOLEX)



Подходит для/ v _c [м/мин]	AI термопласты	AI чугун	AI литье > 10 % Si	●	●	●	●	●
Код ISO	N	N	N	●	●	●	●	●
11 3005	80	63	50	●	●	●	●	●
Ø h8	128	113005	113005	5	51	102	< 750 N	f
мм	12	9,49	5	51	102	мм/об	0,16	

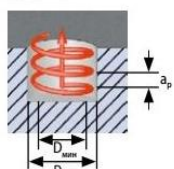
Рисунок 18 – Сверло Ø 12

6) Фреза Ø 10 – 215609 (GARANT)



Garant Softcut® 90° Высокопроизводительные фрезы МТС для обработки уступов для СМПАТ 0602..

Концевые / насадные



Ø D / число зубьев Z	210	210	L ₁		L _{общ}		Ø D _s h6		Для циркулярного врезания Ø D _{мин}	Для циркулярного врезания Ø D _{макс}	Для циркулярного врезания a _p	Угол врезания α _{макс}	Длина врезания L для α _{макс}
	Фреза для обработки уступов 90°		21 5605	21 5609	21 5605	21 5609	21 5605	21 5609					
	Softcut® МТС короткая Хвостовик Weldon												
	Softcut® МТС длинная Цилиндрический хвостовик												
мм			мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	градусов	мм
10/2	—	262,19	—	17	—	57	—	10	12,6	19,3	0,7	4,9	47,1

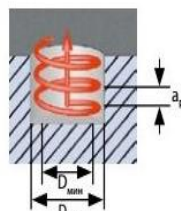
Рисунок 19 – Фреза Ø 10

7) Фреза Ø 20 – 215609 (GARANT)



Garant Softcut® 90° Высокопроизводительные фрезы МТС для обработки уступов для СМПАТ 0602..

Концевые / насадные



Ø D / число зубьев Z	210	210	L ₁		L _{общ}		Ø D _s h6		Для циркулярного врезания Ø D _{мин}	Для циркулярного врезания Ø D _{макс}	Для циркулярного врезания a _p	Угол врезания α _{макс}	Длина врезания L для α _{макс}
	Фреза для обработки уступов 90°		21 5605	21 5609	21 5605	21 5609	21 5605	21 5609					
	Softcut® МТС короткая Хвостовик Weldon												
	Softcut® МТС длинная Цилиндрический хвостовик												
мм			мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	градусов	мм
20/45	—	325,71	—	20	—	90	—	16	32,3	39,3	0,9	1,3	171,4

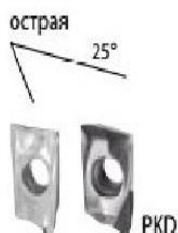
Рисунок 20 – Фреза Ø 20

8) СМП – 21 5633

Garant СМП Softcut® МТС АРТ 0602.. для фрез № 215605 – 215622

21 5633 – Фрезерная СМП РКД с одной режущей кромкой.

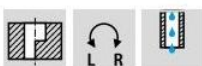
Подходит для/ v_c (м/мин)	AI пермафаст	AI литые > 10% Si				
Код ISO	N	N	N			
21 5633	1500	1500	1000			



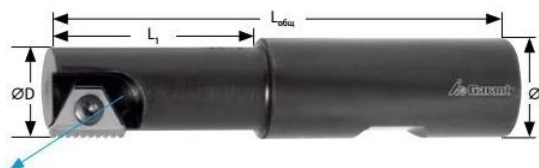
Тип		ALU	ST900	ST1400	INOX	GG	UNI	
21L 21 5633	APHT 060204 FR	PKD	92,28	-	-	-	-	1

Рисунок 21 – СМП – 21 5633

9) Фреза резьбонарезная – 21800, СМП. (GARANT)



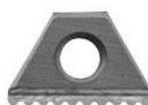
Garant Резьбовые фрезы с СМП



Рабочий Ø D / рабочая часть L ₁	21R	21 8000	размер пластины	L _{общ}	Ø D _i	Зажимной винт
мм		Резьбовые фрезы с СМП Хвостовик Weldon		мм	мм	
30/52		339,16	27	110	25	219925

Garant СМП для нарезания резьбы для фрезы № 218000

Подходит для/ v_c (м/мин)	AI пермафаст	AI литые > 10% Si				
Код ISO	N	N	N			
21 8005–21 8024	140	120	80			



шаг		мм	1	размер пластины	f ₁ в стали < 1100 Н/мм ²	f ₁ в нерж. стали < 900 Н/мм ²
21D 21 8005	Фрезерная СМП для внутренней резьбы 60°	HB7720	54,78	11	0,1	0,05
21D 21 8007		HB7720	59,17	16	0,1	0,05
21D 21 8009		HB7720	—	27	0,1	0,05

Рисунок 22 – Фреза резьбонарезная

10) Метчик М4-7Н – для глухих отверстий – 13 4250 (GARANT)

















$\leq M10$ $\geq M12$


Метчик машинный для глухих отверстий

HSS
E


 $\leq 3 \times D$



13 4250

Подходит для/ v_c [м/мин]	AI термопласты	AI литье > 10 % Si	AI литье < 500 N					
Код ISO	N	N	N	P				
13 4250	13	13	15		●	●		
13 4270	28	28	23	27	●	●		

M	13 4250	13 4270					
	Метчик машинный						
	HSS-E	HSS-E-PM					
	пароокисленный	твёрдое хромирование	мм	мм	мм	мм	мм
M4	16,83		0,7	63	4,5	3,4	3,3

Рисунок 23 – Метчик М4-7Н

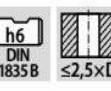
11) Метчик М4-7Н – для сквозных отверстий – 13 1125 (GARANT)

















$\leq 2,5 \times D$


Метчики машинные для сквозных отверстий для станков с ЧПУ,



Поднутрение отводит стружку
сторону резания.



Подходит для/ v_c [м/мин]	AI термопласты	AI литье > 10 % Si	AI литье < 500 N	PMMA Акрил				
Код ISO	N	N	N	N				
13 1125/1128	30	30	25	25	●	●		

M	13 1125	13 1128					
	Метчик машинный для станков с ЧПУ						
	HSS-E-PM	HSS-E-PM Внутренний подвод СОЖ					
	DLC	DLC	мм	мм	мм	мм	мм
M4	42,69	–	0,7	70	6	4,9	3,3

Рисунок 24 – Метчик М4-7Н

12) Метчик МЗ-7Н – для сквозных отверстий – 13 1125(GARANT)



Метчики машинные для сквозных отверстий для станков с ЧПУ,



Подходит для/ v _c [м/мин]	Al	Al	Al литье > 10 % Si	PMMA Акрил					
Код ISO	N	N	N	N					
13 1125/1128	30	30	25	25					
M	13 1125				13 1128				
	Метчик машинный для станков с ЧПУ								
	HSS-E-PM				HSS-E-PM Внутренний подвод СОЖ				
	DLC				DLC				
M3	33,06				—				
					MM	MM	MM	MM	MM
					0,5	70	6	4,9	2,5

Рисунок 25 – Метчик МЗ-7Н

1.3. Технологические расчёты

1.3.1. Расчет припусков

Расчет будет произведён аналитическим и табличным методом.

Расчет припусков аналитическим методом.

Заготовка – отливка в кокиль.

Материал детали – АЛ-19 ГОСТ 1583-93.

Масса заготовки $m_3=0,37$ кг.

Находим припуск на размер отверстия $\varnothing 26H7\left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0 \end{smallmatrix}\right)$.

Технологический маршрут обработки отверстия $\varnothing 26H7\left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0 \end{smallmatrix}\right)$.

- точение черновое;
- точение чистовое;
- точение тонкое.

Определяем элементы припуска [11, с. 186 табл. 12; с. 188 табл. 25] и записываем их в таблицу 12.

Определяем пространственное отклонение заготовки [12, с 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2},$$

где $\rho_{см}$ - смещение поверхностей, примем 2 мм;

$\rho_{кор}$ - коробление поверхностей, определим по формуле:

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell = 0,5 \cdot 14,7 = 0,008 \text{ мм.}$$

Следовательно:

$$\rho_3 = \sqrt{2^2 + 0,008^2} = 2 \text{ мм} = 2000 \text{ мкм}$$

Остаточное пространственное отклонение [12, с. 37]:

- после чернового растачивания:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 2000 = 100 \text{ мкм}$$

- после чистового растачивания:

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 2000 = 40 \text{ мкм}$$

Погрешность установки находим по [12, с. 75 табл. 4.10] и заносим в таблицу 12.

Расчетный минимальный припуск рассчитываем по формуле и записываем в таблицу 12.

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

В графе D_p начинаем вносить, начав с последнего (исходного) размера методом постепенного увеличения, рассчитываемого на каждый переход минимального припуска.

Графу D_{\min} вычисляем по расчетным размерам, округленным до точности допуска перехода.

Графу D_{\max} вычисляем путем сложения допусков к минимальным размерам D_{\min} .

Результаты заносим в таблицу 12.

Определяем минимальные значения припусков по формуле:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np}$$

Максимальные значения припусков рассчитывается по формуле:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max i}^{np} - D_{\max i-1}^{np}$$

Результаты вычислений заносим в таблицу 12.

Вычисляем суммарный номинальный припуск следующим образом:

$$2 \cdot Z_{оном} = 2 \cdot Z_{о\min} + \frac{\delta_z}{2} - \delta_z = 4,921 + \frac{0,8}{2} - 0,021 = 5,3 \text{ мм}$$

Выполняем проверку точности вычислений по формуле:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = \delta_{i-1} - \delta_i$$

$$4,98 - 4,31 = 0,8 - 0,13 = 0,67 \text{ мм}$$

$$0,528 - 0,420 = 0,13 - 0,022 = 0,108 \text{ мм}$$

$$0,192 - 0,191 = 0,022 - 0,021 = 0,001 \text{ мм}$$

Графическая схема припусков и допусков показана на рисунке 26.

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Таблица 12 – Расчетные данные допусков отверстие $\varnothing 26H7\left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0 \end{smallmatrix}\right)$. и припусков.

Технологический процесс обработки отверстия $\varnothing 26H7\left(\begin{smallmatrix} +0,021 \\ +0 \end{smallmatrix}\right)$	Значения припуска, мкм				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск δ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	R_z	h	ρ	ε				D_{\min}^{np}	D_{\max}^{np}	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	300	2000			20,28	0,80	20,30	21,10		
Сверление	50	50	100	130	$2 \cdot 2500$	25,28	0,130	25,28	25,41	4,31	4,98
Зенкерование	20	20	40	130	$2 \cdot 264$	25,808	0,022	25,808	25,83	0,420	0,528
Развертывание	8	8		40	$2 \cdot 96$	26,0	0,021	26,0	26,021	0,191	0,192

$$2 \cdot Z_{0\min} = 4,821 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{0\max} = 5,641 \text{ мм}$$

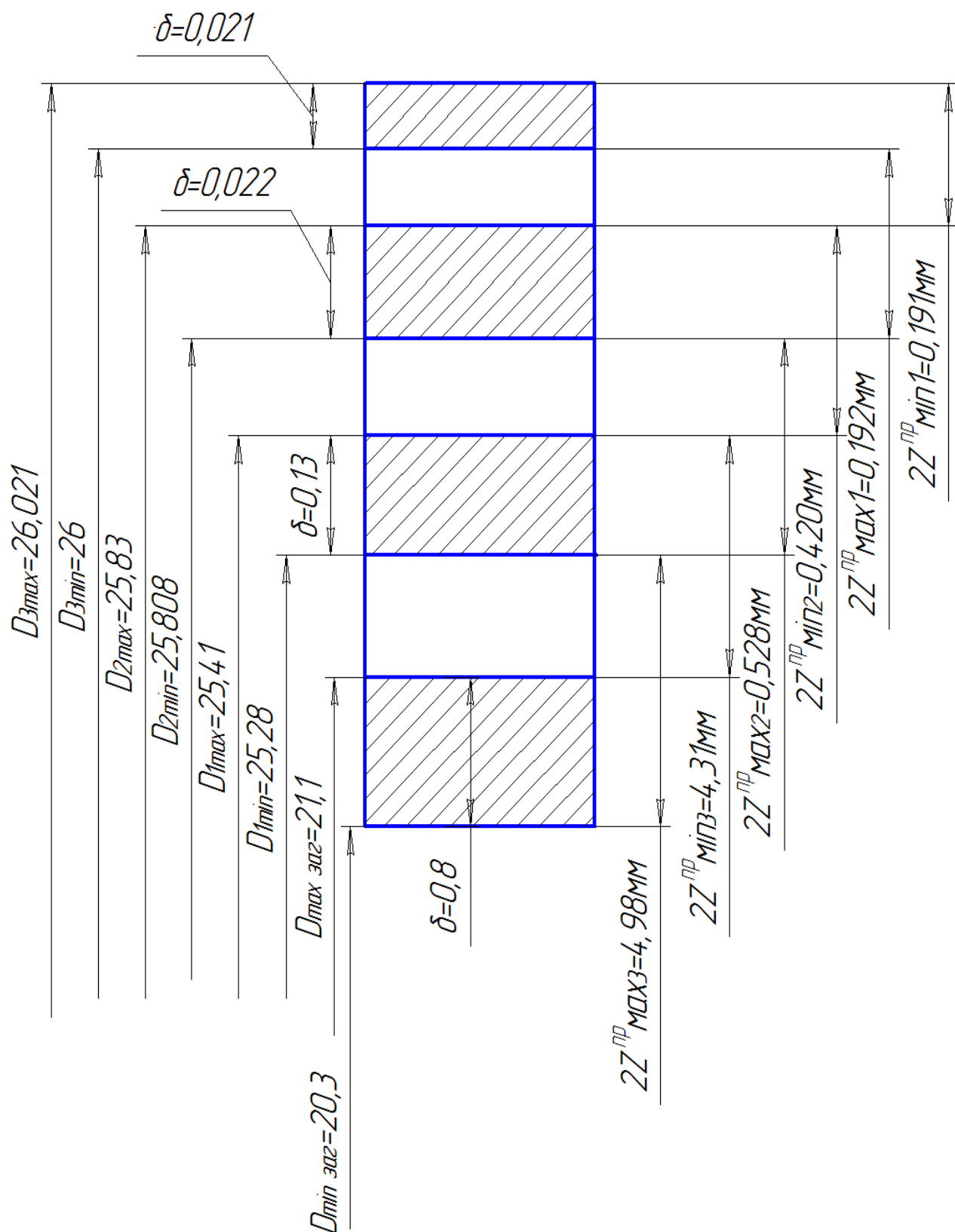


Рисунок 26 – Графическая схема показателей припусков на механический процесс обработки отверстия $\varnothing 26H7^{(+0,021)}_{+0}$ и допусков

Табличный метод расчета припусков

Эскиз детали обозначен на рисунке 27, выставим размеры со всеми допусками и припусками [7, с. 184-190 табл. 27-28], результаты вписываем в таблицу 13.

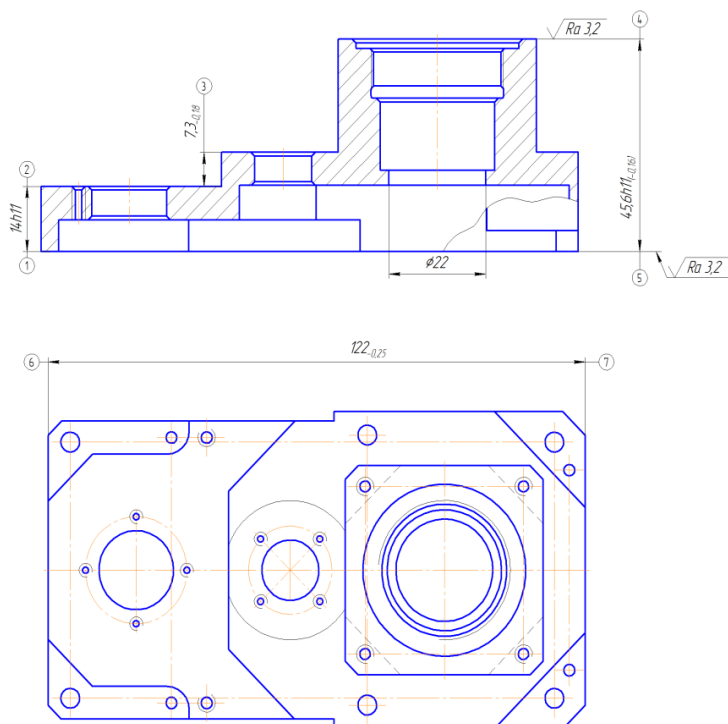


Рисунок 27 – Эскиз детали «Крышка редуктора» с припусками.

Таблица 13 - Припуски и допуски на обработку

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения, мм	
Заготовка - отливка	1	2,5	19	+0,40	-0,40
	2	2,5	19	+0,40	-0,40
	3	2,5	7,3	+0,30	-0,30
	4	2,5	50,6	+0,50	-0,50
	5	2,5	50,6	+0,50	-0,50
	6	2,5	127	+0,60	-0,60
	7	2,5	127	+0,60	-0,60
Фрезерование однократное	1	2,5	14	+0	-0,11
	2	2,5	14	+0	-0,11
	3	2,5	7,3	+0	-0,18
	4	2,5	45,6	+0	-0,16
	5	2,5	45,6	+0	-0,16
	6	2,5	122	+0	-0,25

1.3.2. Расчет элементов режима резания

Рассчитаем режимы резания на операцию 010 Многоцелевая с ЧПУ

Операция 010. Многоцелевая с ЧПУ.

Позиция 1. Фрезеровать поверхности в размеры 68x50 x122.
(пов.7 и 10)

- глубина резания $t = 2,5$ мм.
- число зубьев фрезы $z = 5$.
- ширина фрезерования $B = 94$ мм.

Режимы резания вычисляются по глубине резания t , мм., подаче на оборот S , мм/об., и скоростью резания V , м/мин.

Режимы резания – это совокупность показателей таких как: качества и чистоты, обобщающих процесс механической обработки.

Исходные данные:

- деталь «Крышка редуктора» из сплава АМ5. Заготовка - отливка;
- обработка производится на VMC – 116В;
- режущий инструмент - фреза Ø 32 MT290-032A16R04AD10-IK-AL, материал СМП Р6М5.

Операция 030 – Фрезерная. Фрезеровать поверхности под угольник в размеры 68x50 x122.

1) Глубина резания: $t = 2,5$ мм.

2) Подача:

$$S_m = S_z - n,$$

где S_z – подача на 1 зуб, выбираем по справочнику [11, табл. 33-38] ;
 n – число оборотов фрезы.

$$S_z = 0,20 - 0,12 = 0,08 \text{ мм/зуб.}$$

Определяем $S_z = 0,08$ мм/зуб.

K_v - поправочный коэффициент, равный

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV},$$

где $K_{MV}=0,8$

$$K_{IV} = 0,9$$

$$K_{IV}=1,0$$

$$K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0=0,72$$

Расчёт скорости резания производится по формуле [11, с. 269, табл. 17]:

$$V = \frac{C_P \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

где $C_v = 390$ – коэффициент при фрезеровании;

$q=0,17$; $x=0,19$; $y=0,28$; $u=0,05$; $p=0,1$; $m=0,33$ – показатели степени

где T – стойкость фрезы, примем $T = 120 \text{ мин}$ [4, с. 290].

Тогда:

$$V = \frac{390 \cdot 32^{0,17}}{180^{0,33} \cdot 2,5^{0,19} \cdot 0,08^{0,28} \cdot 94^{0,19} \cdot 5^{0,1}} \cdot 0,72 = 56,8 \text{ м / мин}$$

Число оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 56,8}{3,14 \cdot 32} = 565,2 \text{ об / мин}$$

На остальные операции режимы резания определим по каталогам [16], [17], а результаты занесем в таблицу 14.

Таблица 14 - Элементы режима резания на операциях для 010,020

Наименование операции	№ поверхности	Число проходов, i	Глубина резания t, мм	Подача S ₀ , мм/об	Частота вращения шпинделя n, об/мин	Скорость резания V, м/мин
1	2	3	4	5	6	7
010 Многоцеле вая с ЧПУ	7	1	2,5	0,8	565,2	56,8
	10	1	2,5	0,8	565,2	56,8
	3	1	2	0,23	850	200
	4	1	2,5	0,63	3400	550
	5	1	2,5	0,23	3290	400
	6	1	2,5	0,23	2910	400
	8	1	2,5	0,63	2605	550
	9	1	2,5	0,63	3400	550
	18	1	1,25	0,8	780	1000
020 Многоцеле вая с ЧПУ	11	1	5	1,0	1400	160
	12	1	5	1,0	1400	160
	13	1	1,2	0,10	1600	400
	14	1	1,5	0,10	1590	400
	15	1	0,5	0,1	1500	80
	16	1	1,1	0,1	1900	1000
	17	1	1,9	1,0	7950	30
	1	1	1,65	1,0	3180	30
	2	1	2	0,40	3180	30
	19	1	0,3	0,2	470	25
	20	1	0,3	0,16	612	25
	21	1	0,2	0,25	216	25

1.3.3. Расчет технических норм времени на операциях

Расчёт технических норм времени производится при имеющихся данных о серийности производства, расчёт осуществляется расчетно-аналитическим способом, где вычисляется норма штучно-калькуляционного времени по следующей формуле [9, с. 99].

$$T_{ш-к} = \frac{T_{н-з}}{n} + T_{шт},$$

где $T_{н-з}$ – подготовительно-заключительное время на операцию;

$T_{шт}$ – штучное время на операцию, мин.;

n – количество деталей в партии, $n=800$ шт.;

Штучно время определяем по формуле [9, с. 99]:

$$T_{шт} = t_o + t_{\epsilon} + t_{об} + t_{от},$$

где t_o – основное (машинное) время, мин.;

t_{ϵ} – вспомогательное время, мин.;

$t_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$t_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Основное время определяется по формуле [9, с. 100].

$$t_o = \frac{l}{S_M} \cdot i,$$

где l – расчетная длина, мм;

i – число рабочих ходов.

Расчетная длина [9, с.95]:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер},$$

где l_o – длина обрабатываемой поверхности;

$l_{вр}$ – величина врезания инструмента;

$l_{пер}$ – величина перебега инструмента.

Рассчитываем нормы времени на **Операция 010 Комплексная с ЧПУ.**

Позиция 1. Фрезеровать поверхности 7 и 10.

$l_p=226$ мм; $l_{вр}+l_{пер}=130$ мм.

$l=226+130=356$ мм.

Число рабочих ходов $i = 1$

$$t_{01} = \frac{356}{0,52 \cdot 200} = 3,42 \text{ мин}$$

Позиция 2. Фрезеровать поверхности 3,4,5 и 6.

$l_p=125$ мм; $l_{вр}+l_{пер}=50$ мм.

$l=125+50=175$ мм.

Число рабочих ходов $i = 1$

$$t_{02} = \frac{175}{0,63 \cdot 500} = 0,67 \text{ мин}$$

Позиция 3. Фрезеровать поверхности 8 и 9.

$l_p=12$ мм; $l_{вр}+l_{пер}=5$ мм.

$l=12+5=17$ мм.

Число рабочих ходов $i = 1$

$$t_{03} = \frac{17}{0,42 \cdot 300} = 0,28 \text{ мин}$$

Позиция 4. Сверлить 4 отверстий 18

$l_p=50$ мм; $l_{вр}+l_{пер}=10$ мм.

$l=50+10=60$ мм.

Число рабочих ходов $i = 1$

$$t_{04} = \frac{60}{0,42 \cdot 300} = 1,98 \text{ мин}$$

Общее основное время:

$$t_0 = 3,42+0,67+0,28+1,98=5,68 \text{ мин.}$$

Производим расчет элементов вспомогательного времени:

$t_{yc}=0,21$ мин; $t_{з.о.}=0,9$ мин; $t_{уп}=0,22$ мин; $t_{изм}=1,55$ мин.

$$t_B = 0,21+0,9+0,22+1,55=2,88 \text{ мин.}$$

Производим расчёт оперативного времени [6, с. 101]:

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{оп} = t_o + t_b = 5,68 + 2,88 = 8,28 \text{ мин.}$$

$$t_{орз} = \frac{8 \cdot 8,28}{100} = 0,66 \text{ мин}$$

$$t_{мех} = \frac{6 \cdot 8,28}{100} = 0,49 \text{ мин}$$

$$t_{омо} = \frac{2,5 \cdot 8,28}{100} = 0,21 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 5,40 + 2,88 + 0,66 + 0,49 + 0,21 = 9,64 \text{ мин.}$$

$$t_{п.з.} = 34 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 9,64 + \frac{34}{354} = 9,74 \text{ мин}$$

Для оставшихся операций нормы времени определим аналогичным методом, данные записываем в таблицу 15.

Таблица 15 – Определяем технические нормы времени по каждой операции

№ Операции	t _о	t _в	t _{об}	t _{от}	t _{шт}	t _{п-з}	T _{шт-к}	n
010 Комплексная ЧПУ	5,68	2,88	0,49	0,21	9,64	34	9,74	31
020 Комплексная ЧПУ	8,3	25,6	1,61	0,35	16,27	48	16,46	31
ИТОГО	13,98	28,4	2,11	0,56	25,91	82	26,2	31

1.4. Выбор контрольно-измерительного приспособления

Измерительные щупы HEIDENHAIN применяются на станках, наиболее часто находят своё применение на фрезерных станках и обрабатывающих центрах [21]. Щуп HEIDENHAIN показан на рисунке 28.



Рисунок 28 – Измерительный щуп HEIDENHAIN

Измерительные щупы уменьшают время установки, продлевают срок службы станка и повышают точность изготавливаемых деталей. Функции установки, измерения и контроля выполняются в ручном или в автоматическом режиме, при помощи циклов измерения [21].

Измерение заготовок

Для измерения заготовок непосредственно на станке HEIDENHAIN предлагает **3D-щупы серии TS**. В зажимной патрон они устанавливаются вручную или при помощи автоматического сменщика инструмента. В зависимости от циклов измерения системы ЧПУ, есть возможность в автоматическом или в ручном режиме:

- устанавливать заготовки

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

- задавать опорные точки
- измерять заготовки
- оцифровывать и контролировать 3D-формы

Измерение инструмента

В серийном производстве избегают доработки и выбраковки деталей, и наоборот стараются обеспечить высокое качество выпускаемых деталей. Решающим фактором при этом выступает инструмент. Изнашивание или поломка инструмента приведут к испорченным деталям, которые при автоматическом производстве могут еще долго быть незаметными, это может стать большой потерей. Точное определение размеров инструмента и его периодический контроль являются необходимостью. Для измерения инструмента на станке у **HEIDENHAIN** есть решение - **3D щупы серии TT**, а также **лазерные системы TL**.

Лазерная система TL работает без контакта. При помощи лазерного луча определяется длина, диаметр или профиль инструмента. Специальные циклы измерения обрабатывают информацию в системе ЧПУ.

Примеры применения. Установка заготовок

Точное расположение заготовок вдоль осей, особенно предварительно обработанных, является важным условием для установки их в нужное положение. При помощи **измерительного щупа TS** фирмы **HEIDENHAIN** можно избежать эту длительную процедуру:

- заготовка закрепляется в любом положении;
- измерительный щуп определяет наклонное положение заготовки при ощупывании его поверхности, цапфы или двух отверстий в ней;
- система ЧПУ компенсирует наклонное положение заготовки путем вращения координатных осей. Также возможна компенсация в центре поворотного стола [21].

1.5. Расчёт сил зажима

Спроектируем зажимное приспособление на операции 020 Многоцелевая с ЧПУ, сверлить 2 отверстия.

Графическая схема сил зажима показана на рисунке 29.

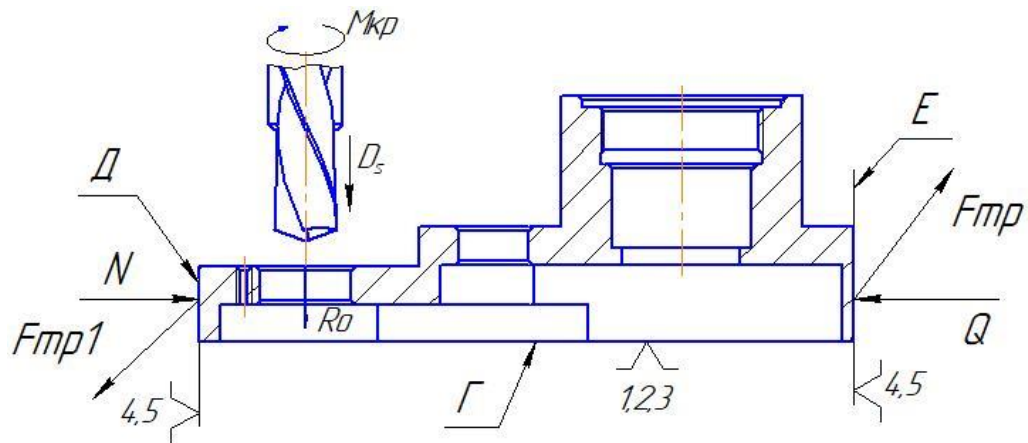


Рисунок 29 - Графическая схема сил зажима

Базирование детали

Прижим на основании детали «Г» – исключает у детали 3-х степеней свободы (два вращения и одного типа перемещения), зажим на торце детали «Д» лишает деталь 2-х степеней свободы (два типа перемещения),

Зажатие на торце детали «Е» исключает у детали одной степени свободы (одного типа вращения). Вследствие чего, полное базирование обеспечено.

Расчет требуемых сил зажима

Чтобы найти величину сил зажима необходимо создать условия, при которых заготовка обеспечена неподвижным положением под действием сил зажима и сил резания. Графическая схема сил зажима заготовки показана на рисунке 29.

Моменты $M_{кр}$ стремится повернуть деталь.

Для того чтоб деталь не смещалась должно соблюдаться условие:

$$M_{тр} + M_{тр1} \geq 4 \cdot P_0 \text{ или } M_{тр} + M_{тр1} = K \cdot 4 \cdot M_{кр}$$

где K - коэффициент запаса, примем $K=2,5$.

Определим осевую силу P_0 и крутящий момент $M_{кр}$ [6, с. 277 - 280]:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 143 \cdot 27,2^1 \cdot 0,21^{0,7} \cdot 1,2 = 15654 \text{ Н};$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,041 \cdot 27,2^2 \cdot 0,21^{0,7} \cdot 1,2 = 122 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Поправочный коэффициент [6, с. 264, табл. 9]: $K_p = 1,2$.

Силы трения:

$$F_{TP} = Q \cdot f; \quad F_{TP1} = N \cdot f,$$

где $f = 0,25$ – коэффициент трения.

Расчет коэффициента запаса сил резания.

При расчете сил зажима заготовки силы и моменты сил резания увеличивают в несколько раз, вводя в формулы, коэффициент запаса K . Это повышает надежность закрепления заготовки. Коэффициент определяют по формуле [6, с. 382-384]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (4)$$

где K_0 - коэффициент гарантированного запаса, $K_0 = 1,5$;

K_1 -коэффициент, повышающий силы резания при черновой обработке, примем $K_1 = 1,2$;

K_2 - коэффициент, повышающий силы резания при работе затупленным инструментом, примем $K_2 = 1,2$;

K_3 -коэффициент, учитывающий повышение сил при прерывистом резании, примем $K_3 = 1$;

K_4 - характеризует непостоянство силы закрепления в механизмах с ручным приводом, примем $K_4=1$ для приспособления с гидроприводом;

K_5 -учитывает непостоянство силы закрепления при неудобном расположении рукоятки, при отсутствии рукоятки примем $K_5 = 1$;

K_6 - коэффициент, который отличен от единицы, если на заготовку действуют неучтенные вращающие моменты, здесь $K_6 = 1,5$.

Подставим значения коэффициентов в формулу (4):

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,7. \text{ Примем } K = 2,5$$

$$\Sigma F_{iy} = 0; -Q + N = 0$$

$$N = Q$$

$$(N \cdot f + Q \cdot f) \cdot 113 = K \cdot 4 \cdot M_{кр} \text{ или } 226 \cdot Q \cdot f = K \cdot 4 \cdot M_{кр}$$

Тогда:

$$Q = K \cdot 4 \cdot M_{кр} / (f \cdot 226) = 2,5 \cdot 4 \cdot 122 / 113 = 108 \text{ Н.}$$

Усилие на штоке зажимного приспособления $P = Q = 108 \text{ Н.}$

Данное усилие на штоке отображается на индикаторе приспособления.

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Условием совершенствования технологического процесса механической обработки детали «Крышка редуктора» является применение современного обрабатывающего центра с ЧПУ - VMC-116B, оснащённого стойкой FANUC 0i-MF с дисплеем 10.4” с функцией manual guide I. [19].

FANUC Ltd. является ведущим мировым производителем систем с ЧПУ. Стойки ЧПУ Fanuc – надежные и удобные системы, с громадным запасом функциональных возможностей. Управляющая программа разработана на операцию 020 Многоцелевая с ЧПУ.

Таблица 16 – Управляющая программа для операции 020

Кадр УП	Расшифровка кадра УП
1	2
Переход. 1	
T12	Выбор фрезы, смена инструмента
M6	Автоматическая смена инструмента
S4000 M3	Установка скорости шпинделя включение вращения шпинделя по часовой стрелке
G0 X-102 Z-30.6	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 G94 Z-32.6 F2500	Перемещение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G42 X-95.961 Y5.694	Коррекция на фрезу справа, движение к заданным координатам
G1 G40 X-99.599 Y2.264	Перемещение к заданным координатам
G0 Z10	Перемещение по координатам на холостом ходу

Продолжение таблицы 16 – Управляющая программа для операции 020

1	2
S4000	Установка скорости шпинделя
X-67 Y0 Z-23.3	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
G1 Z-25.3 F2500	Перемещение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G42 X-66.232 Y-6.253	Коррекция на фрезе справа, движение к заданным координатам
G2 I-0.768 J6.253	Круговая интерполяция по часовой стрелке в указанные координаты
G1 G40 X-66.841 Y-1.29	Движение к заданным координатам, Отмена коррекции на фрезе
G0 Z10	Перемещение по координатам на холостом ходу
S4000	Установка скорости шпинделя
X-32 Y0 Z1	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
G1 Z-1 F2500	Перемещение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G42 X-14.3	Коррекция на фрезе справа, движение к заданным координатам
G2 X-49.7 I-17.7 J0 X-14.3 I17.7 J0	Круговая интерполяция по часовой стрелке в указанные координаты
G1 G40 X-19.3	Перемещение к заданным координатам, Отмена коррекции на фрезе

Продолжение таблицы 16 – Управляющая программа для операции 020

1	2
G0 Z10	Перемещение по координатам на холостом ходу
X-32 Z-15	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
G1 Z-17	Перемещение к заданным координатам
G42 X-41.1	Коррекция на фрезе справа, движение к заданным координатам
G2 I9.1 J0	Круговая интерполяция по часовой стрелке в указанные координаты
G1 G40 X-36.1	Перемещение к заданным координатам, Отмена коррекции на фрезе
G0 Z100	Перемещение по координатам на холостом ходу
Переход. 2	
T13	Выбор фрезы, смена инструмента
M6	Автоматическая смена инструмента
S2000 M3	Установка скорости шпинделя включение вращения шпинделя по часовой стрелке
G0 X-32 Y0 Z100	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами

Окончание таблицы 16 – Управляющая программа для операции 020

1	2
Z-10.7	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
G1 G94 Z-12.7 F1000	Перемещение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G42 X-16.9	Коррекция на фрезу справа, движение к заданным координатам
G2 I-15.1 J0	Круговая интерполяция по часовой стрелке в указанные координаты
G1 G40 X-32	Перемещение к заданным координатам, Отмена коррекции на фрезу
G0 Z100	Перемещение по координатам на холостом ходу
M5	Останов шпинделя
M30	Конец программы

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАТЬ

В экономической части дипломного проекта выполняется сравнение базового технологического процесса и усовершенствованного с целью определить экономическую эффективность совершенствования технологического процесса.

В базовом технологическом процессе используется устаревшее оборудование с ЧПУ в, котором задействованное большое число работников, также применяется устаревшие методы обработки и режущий инструмент.

Разрабатываемый технологический процесс предусматривает современные возможности механические обработки прогрессивным инструментом и применяется на высокоточном оборудовании.

3.1. Расчёт капитальных затрат

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [14, стр. 21]:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_z \cdot 60},$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$N_{\text{год}}$ – 600 шт. базовый вариант, шт.;

$N_{\text{год}}$ – 800 шт. проектируемый вариант, шт.;

$F_{\text{об}}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм времени,

$k_{\text{вн}} = 1 \div 1,2$;

k_z – коэффициент загрузки оборудования, 0,75–0,85.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по следующей формуле [14, стр. 22]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{k_p}{100}\right),$$

где F_n – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

k_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год [14]:

365 – количество дней в календаре;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч.};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч.};$$

- при трёхсменной работе (проектируемый вариант для станка с ЧПУ):

$$F_n = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч.}$$

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле (26), составляет для проектируемого варианта:

Для станка Вертикально-фрезерный 6Т82 при двухсменной работе:

$$F_{об} = 3946 \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3867 \text{ ч.}$$

Для станка с ЧПУ ИР-500 при трехсменной работе:

$$F_{об} = 5919 \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5386 \text{ ч.}$$

Для базового (исходного) технологического процесса уже было установлено количество используемого оборудования, его уровень загрузки и число операций, производимых на этом оборудовании, все данные занесены в таблицу 7.

Для нового варианта технологического процесса необходимо определить количество используемого производственного оборудования по штучно-калькуляционному времени и занесём в таблицу 17.

$$q_{\text{баз}} = \frac{0,15 \cdot 600}{3867 \cdot 1,1 \cdot 0,75} = 0,02 \text{ шт.}$$

$$q_{\text{баз}} = \frac{0,67 \cdot 600}{3867 \cdot 1,1 \cdot 0,75} = 0,12 \text{ шт.}$$

$$q_{\text{прек}} = \frac{0,43 \cdot 800}{3867 \cdot 1,1 \cdot 0,75} = 0,107 \text{ шт.}$$

По окончании расчета на все операции, вычисляем принятое число рабочих мест ($q_{\text{п}}$), доводя число до ближайшего целого полученное значения ($q_{\text{р}}$). Данные по расчетам заносим в таблицу 17 для совершенствуемого технологического процесса [14].

Таблица 17 - Число оборудования по штучно-калькуляционному времени для базового технологического процесса.

Модель станка	Штучно-Калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, $q_{\text{р}}$	Принятое количество станков, $q_{\text{п}}$	$K_{\text{з.ф}}$
6Т82	0.15	0.02	1	0,02
ИР-500	0,67	0,12	1	0,12
	$\Sigma t = 0,82$	0.14	$\Sigma q_{\text{п}} = 2$	

Таблица 18 - Число оборудования по штучно-калькуляционному времени для совершенствуемого технологического процесса.

Модель станка	Штучно-Калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, q_p	Принятое количество станков, q_n	$K_{з.ф}$
VMC-116B	0,43	0,107	1	0,107
	$\Sigma t = 0,43$	0.107	$\Sigma q_n = 1$	

3.2. Определение капитальных вложений в оборудование

Обобщённая ведомость используемого оборудования показана в таблице 19 по базовому технологическому процессу и в таблице 20 по проектируемому технологическому процессу.

Таблица 19 – Обобщенная ведомость применяемого оборудования по базовому технологическому процессу

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т.руб				Стоимос ть всего оборудов ания, т. руб.
			Одно го станк а	Всех станк ов	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	Проектир уемый вариант
Станок консольно- фрезерный	6Т82	1	11	11	1 590	1 59	10	1 590	1759
Фрезерный многоцелев ой	ИР-500	1	14	14	550	55	10	550	615
ИТОГО		1		25	2 140				2374

Таблица 20 – Обобщенная ведомость применяемого оборудования по совершенствуемому технологическому процессу

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т.руб				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одно го станк а	Всех станк ов	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	Проектиру емый вариант
ОЦ с ЧПУ	VMC-116B	1	18	18	10 067	100 670	50	10 067	10 217
ИТОГО		1		18					10 217

Капитальные вложения в оборудование с учётом загрузки станка на 10,7%, составит $0,107 \cdot 10217 = 1093,2$ т.руб.

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие на данный момент затраты на механическую обработку детали вычисляются только по тем статьям затрат, в которых меняются суммы в сравниваемых вариантах.

В основном технологическая себестоимость производства детали вычисляется из следующих элементов, соответственно формуле [14, стр. 24]:

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_{Э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u,$$

где Z_M – затраты на материал заготовки, руб.;

$Z_{ЗП}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, руб.;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на металлорежущий инструмент, руб.

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}},$$

где $Z_{\text{пр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{\text{н}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_{\text{э}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

$Z_{\text{к}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{\text{тр}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Вычисляем заработную плату основных и вспомогательных рабочих.

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{т}} \cdot t_{\text{шт-к}} \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}},$$

где $C_{\text{т}}$ – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

$t_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{\text{мн}}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{\text{мн}}=1$);

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (1,2);

$k_{есн}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование ($k_{есн}= 1,3$);

k_p – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях (для Урала $k_p = 1,15$).

Численность станочников устанавливаем по следующей формуле [14, стр. 26]:

$$\text{Ч}_{\text{СТ}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мин}}}{F_p \cdot 60},$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

k_{MH} – коэффициент, *учитывающий* многостаночное обслуживание, $k_{MH} = 1$;

t –штучно-калькуляционное время операции, мин.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, 600 шт.

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, 800 шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год [14]:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – очередной отпуск, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней.

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет $F_p = 1685$ ч.;

Установим численность рабочих и вычислим заработную плату производственных рабочих, соответствуя формуле (31).

В таблицу 24, заносим результаты расчётов по базовому технологическому процессу, по проектируемому технологическому процессу в таблицу 21.

Таблица 21 – Рассчитанные затраты на заработную плату для станочников по базовому технологическому процессу

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, час.	Заработная плата, руб.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Фрезерная	4	87,2	9	25,81	0,02
Многоцелевая с ЧПУ	4	96,9	40.2	77.19	0,116
Итого				103	0,136

Определяем затраты на заработную плату на годовую программу [14]:

$$З_{зп}=103 \cdot 600= 61\,800 \text{ руб.}$$

$$k_p = 1,15, k_{don}=1,2, k_{mn}=1$$

$$З_{зп}=71\,940 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,2= 85\,284 \text{ руб.}$$

Таблица 22 – Рассчитанные затраты на заработную плату станочников по проектируемому технологическому процессу

№ операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, час.	Заработная плата, руб.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Многоцелевая с ЧПУ	5	106,8	26.2	55,1	0,101
Итого				55,1	0,101

Определяем затраты на заработную плату на годовую программу [14]:

$$З_{зп}=55,1 \cdot 800= 44\,080 \text{ руб.}$$

$$k_p = 1,15, k_{дон}=1,2, k_{мн}=1$$

$$З_{зп}=44\,080 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,2= 60\,830,4 \text{ руб.}$$

Рассчитываем заработную плату вспомогательных рабочих:

Заработная плата вспомогательных рабочих определяется по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{дон} \cdot k_p}{N_{год}},$$

где $C_T^{всп}$ - часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

F_p – действительный годовой фонд работы одного рабочего, ч;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, 600 шт.

$Ч_{всп}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

k_p – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ($k_p = 1,15$).

$k_{дон}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, ($k_{дон} = 1,2$).

$$Ч_{всп} = \frac{q_p \cdot n}{H},$$

где q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

n – число смен работы оборудования;

H – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, электронщиком. Необходимое количество наладчиков:

$$Ч_{\text{налад.}} = \frac{0,14 \cdot 2}{3} = 0,09 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих – 5% от числа станочников, контролеров -7% от числа станочников, слесари-сборщики -13,5% от числа станочников.

Вычисляем численность для транспортных рабочих:

$$Ч_{\text{ВСПП}} = 0,09 \cdot 0,05 = 0,0045 \text{ чел.}$$

Вычисляем численность для контролеров:

$$Ч_{\text{КОНТР.}} = 1,17 \cdot 0,07 = 0,0063 \text{ чел}$$

Вычисляем оплату труда для наладчиков:

$$З_{\text{нал}} = \frac{77,1 \cdot 1685 \cdot 0,09 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{600} = 26,9 \text{ руб.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{56 \cdot 1685 \cdot 0,0045 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{600} = 0,97 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{\text{контр.}} = \frac{74,08 \cdot 1685 \cdot 0,0063 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{600} = 1,8 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Определяем затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому технологическому процессу

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	77,1	0,09	26,9
Транспортный рабочий	56	0,0045	0,97
Контролер	74,08	0,0063	1,8
Итого		0,1008	29,67

Вычисляем затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{\text{ЗП}} = 29,67 \cdot 600 = 17\,802 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ЗП}} = 17\,802 + 85\,284 = 103\,086 \text{ руб.}$$

Производим расчёт по проектируемому варианту.

$$Ч_{\text{налад.}} = \frac{0,108 \cdot 2}{3} = 0,072 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет

$$Ч_{\text{ВСПТ}} = 0,072 \cdot 0,05 = 0,0036 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет

$$Ч_{\text{КОНТР.}} = 0,072 \cdot 0,07 = 0,005 \text{ чел}$$

Рассчитываем оплату труда для наладчиков:

$$З_{\text{нал}} = \frac{77,1 \cdot 1685 \cdot 0,072 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{800} = 16,13 \text{ руб.}$$

Рассчитываем оплату труда для транспортных рабочих:

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{56 \cdot 1685 \cdot 0,0036 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{800} = 0,58 \text{ руб.}$$

Рассчитываем оплату труда для контролеров:

$$З_{\text{контр.}} = \frac{74,08 \cdot 1685 \cdot 0,005 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{800} = 1,07 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Определяем затраты на заработную плату для вспомогательных рабочих по проектируемому технологическому процессу

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	77,1	0,072	16,13
Транспортный рабочий	56	0,0036	0,58
Контролер	74,08	0,005	1,07
Итого		0,08	17,78

Рассчитываем затраты на заработную плату по годовой программе:

$$З_{\text{ЗП}} = 17,78 \cdot 800 = 14\,224 \text{ руб.}$$

$$k_p = 1,15, k_{\text{дон}} = 1,2, k_{\text{мн}} = 1$$

$$З_{\text{ЗП}} = 14\,224 + 60\,830,4 = 75\,054,4 \text{ руб.}$$

Рассчитываем Затраты на электроэнергию

Определить затраты на электроэнергию согласно формуле [29, стр. 28]:

$$З_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{од}} \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}},$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, (для металлообрабатывающих станков $k_N = 0,2 \div 0,4$);

$k_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства $k_{\text{вр}} = 0,7$;

$k_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{\text{од}} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{\text{од}} = 1$ – при одном двигателе;

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{\text{вн}} = 1,08$;

$Ц_{\text{э}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{\text{э}} = 6,38$ руб.

Расчёты по базовому (исходному) технологическому процессу произведём по формуле (33):

$$З_{\text{6Т193}} = \frac{11 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 0,15}{0,9 \cdot 1,08} \cdot 6,38 = 1,5 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{ИР-500}} = \frac{14 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 0,67}{0,9 \cdot 1,08} \cdot 6,38 = 8,7 \text{ руб.}$$

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по базовому технологическому процессу

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин.	Затраты на электроэнергию, руб.
6193	11	0,15	1,5
ИР-500	14	0.67	8,7
Итого			10,2

Определяем электроэнергию за год:

$$З_{\text{ЭП}} = 10,2 \cdot 600 = 6\,120 \text{ руб.}$$

Определяем расчёт по проектируемому технологическому процессу:

$$З_{\text{Э}} = \frac{18,5 \cdot 0,2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,04 \cdot 0,43}{0,9 \cdot 1,08} \cdot 6,38 = 7,6 \text{ руб.}$$

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по проектируемому технологическому процессу

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин.	Затраты на электроэнергию, руб.
VMC-116B	18,5	0,43	7,6
Итого			7,6

Определяем электроэнергию за год:

$$З_{\text{ЭП}} = 7,6 \cdot 800 = 6\,080 \text{ руб.}$$

Вычисляем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Производим расчёт затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования согласно по формуле [14]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

где $C_{ам}$ - амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.;

$C_{рем}$ - затраты на ремонт технологического оборудования, руб.

Для вычисления амортизационных отчислений на каждый вид оборудования производим расчёт согласно формуле [14]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}},$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений; 14%; 7%

$F_{об}$ – годовой действительный фонд времени работы оборудования,
 $F_{об \text{ БАЗ}} = 3867 \text{ ч.}$ и $F_{об \text{ НОВ}} = 5386 \text{ ч.}$

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$;

Производим расчёт по базовому технологическому процессу:

$$C_{ам(6Т82)} = \frac{1590600 \cdot 0,14 \cdot 0,15}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 9,96 \text{ руб.};$$

$$C_{ам(ИР-500)} = \frac{550800 \cdot 0,14 \cdot 0,67}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 15,4 \text{ руб.};$$

Определяем затраты на текущий ремонт используемого оборудования по числу ремонтируемых единиц оборудования и её стоимости [14]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{RE} \cdot \sum R_e}{t \cdot N_{год}}$$

Где $\sum R_e$ – суммарное количество ремонтируемых единиц по числу оборудования одного типа;

$$Ц_{RE(баз)} = 428 \text{ руб.}; Ц_{RE(проект)} = 906 \text{ руб.};$$

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей.

$$C_{рем(6Т82)} = \frac{428 \cdot 1}{0,15 \cdot 600} = 4,7 \text{ руб.};$$

$$C_{рем(ИР-500)} = \frac{428 \cdot 1}{0,67 \cdot 600} = 1,1 \text{ руб.}$$

Таблица 26 – Определяем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому технологическому процессу

Модель станка	Стоимость тарифная ставка, руб.	Кол. шт.	Норма амортизационных, %	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационных отчислений, руб	Затраты на ремонт, руб.
6Т82	1590	1	14	0,15	9,96	4,7
ИР-500	550	1	14	0.67	15,4	1,1
ИТОГО					25,3	5,8

Вычисляем стоимость содержания и эксплуатации базового технологического оборудования:

$$З_6 = 25,3 + 5,8 = 31,1 \text{ руб.}$$

Производим расчёт по проектируемому технологическому процессу:

$$C_{ам} = \frac{906 \cdot 1}{0,43 \cdot 800} = 2,6 \text{ руб.};$$

$$C_{рем(VMC-116B)} = \frac{10067000 \cdot 0,07 \cdot 0,43}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 68,7 \text{ руб.}$$

Таблица 27 – Определяем Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектируемому технологическому процессу

Модель станка	Стоимость тарифная ставка, руб.	Кол. шт.	Норма амортизационных, %	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационных отчислений, руб	Затраты на ремонт, руб.
VMC-116B	10 067	1	7	0,43	68,7	2,6
ИТОГО					68,7	2,6

Вычисляем стоимость содержания и эксплуатации технологического оборудования:

$$З_{п} = 68,7 + 2,6 = 71,3 \text{ руб.}$$

Вычисляем определение затрат на эксплуатацию инструмента

Рассчитываем затраты на эксплуатацию инструмента в базовом технологическом процессе согласно по формуле [14]:

$$З_{И} = \frac{Ц_{И} + \beta_n \cdot Ц_{В}}{T_{см} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_{м} \cdot \eta_{и},$$

где $Ц_{И}$ – цена единицы инструмента, руб.;

β_n - число переточек;

$Ц_{п}$ – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента;

$T_{м}$ – машинное время;

$\eta_{и}$ – коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{и} = 0,5$;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 600$.

$$З_{И(баз)} = \frac{50,3 + 8 \cdot 45}{60 \cdot (8 + 1)} \cdot 2,64 \cdot 0,5 = 1,002 \text{ руб.}$$

Оставшиеся данные расчётов вписываем в таблицу 28.

Таблица 28 – Определяем расчёт затрат на эксплуатацию инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на проточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	ИТОГО, затраты
1	2	3	4	5	6	7	8
030	Фреза Ø32 2223-0015 ГОСТ 17026- 71	2,64	50.03	60	60	0,98	1,002
	Фреза Ø16 2223-0003 ГОСТ 17026- 71	2,39	18.02	60	45		1
	Фреза Ø10 2223-0003 ГОСТ 17026- 71	2,1	15.5	45	45		0,97
	Сверло Ø2.5 ГОСТ 10903	0,5	30	45	45		1,85
	Сверло Ø3.3 ГОСТ 10903	0,8	30	45	45		0,87
	Сверло Ø12 ГОСТ 10903	6,1	27,3	60	60		0,26
	Сверло Ø4.3 ГОСТ 10903	0,9	30,9	45	45		0,81
	Зенкер Ø4.3 2320-2051 ГОСТ 3231-71	0,2	31,5	45	45		0,61
	Фреза Ø25.5x8 Дисковая WWK255E DIN850	8	692.1	60	45		0,72
	Метчик М3-7Н ГОСТ 17752	0,2	110	45	45		0,03

Окончание таблицы 28– Определяем расчёт затрат на эксплуатацию инструмента

1	2	3	4	5	6	7	8
	Метчик М4-7Н ГОСТ 17752	0,4	90	45	45		0,003
	Метчик М3-7Н ГОСТ 17752	0,2	110	45	45		0,03
	Фреза резьбонарезная М30х1-7Н ГОСТ 1336-77	1,92	1100	60	45		1,087
ИТОГО							2,45

Расчёт прогрессивного инструмента.

$$З_{эи} = (Ц_{пл} \cdot n + (Ц_{корп} + k_{компл} \cdot Ц_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{ст} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1},$$

где $З_{эи}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.; $Ц_{пл}$ - цена сменной многогранной пластины, руб.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$Ц_{корп}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$Ц_{компл}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

$k_{компл}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{компл}=5$ соответствует обдирочному

точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

Q- количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина Q также определяется опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины.

Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки;

N - Количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$ - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$ - период стойкости инструмента, мин.

Остальные совокупные параметры прогрессивного инструмента записываем в таблицу 29.

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 29 – Определяем расчёт затрат на прогрессивные инструменты

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на проточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	ИТОГО, затраты
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Фреза Ø 8 - 221941 MFH micro (Hoffmann Group) CMPI LGPT0102	0,024	10849 471 (10 шт)	100	-	0.98	0,161
	Фреза Ø 16 - 221941 MFH micro (Hoffmann Group) CMPI LGPT0102	6,2	10849 471 (10 шт)	100	-		2,43
	Сверло Ø3.3 353ALH (OSAWA)	0,48	71	100	45		0,61
	Сверло Ø4.1 353ALH (OSAWA)	0,28	78	100	45		0,34
	Сверло Ø4.3 353ALH (OSAWA)	0,28	78	100	45		0,34
	Зенкер Ø4.3 Конический зенкер HSS 90гр D=4.3 l=200 GQ-05501	0,67	50	100	-		0,34
020	Сверло Ø12 - 113005 (HOLEX)	4,04	1481	45	45	0.98	0,260

Окончание таблицы 29– Расчёт затрат на прогрессивные инструменты

1	2	3	4	5	6	7	8
	Фреза Ø10 - 215609 (GARANT) СМП-215609 МТС АР.0602	2,67	19008 471 (10 шт)	100	-	0,98	1,170
	Сверло Ø2.5 - 113005 (HOLEX)	0,17	71,7	100	45		0,7
	Фреза Ø20 – 215609 (GARANT) СМП-215609 МТС АР.0602	2,94	19008 471 (10 шт)	100	-		1,130
	Фреза Ø25.5x8 Дисковая WWK255E	1,03	4329	100	-		1,060
	Метчик М4-7Н - 13 1125 (GARANT)	0,54	2581	100	45		0,09
	Метчик М3– 7Н– 13 1125 (GARANT)	0,51	2581	100	45		0,13
	Метчик М4-7Н – 13 4250 (GARANT)	0,53	2581	100	45		0,08
	Фреза резьбонарезная М30х1 – 218000 (GARANT) СМП №21800	1,51	17327 683 (10 шт)	100	-		0,960
ИТОГО							12,7

Рассчитываем прогрессивный инструмент:

$$З_{ЭИ} = (47,1 \cdot 8 + (10849 + 3 \cdot 370) \cdot 600^{-1}) \cdot 0,024 \cdot (120 \cdot 0,97 \cdot 5)^{-1} = 0,161 \text{ руб.}$$

Таблица 30– Определяем технологическую себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Затраты на материал	9866	7660
Заработная плата с начислениями	85 284	60 830,4
Затраты на технологическую электроэнергию	6 120	6 080
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	31,1	71,5
Затраты на инструмент	2,45	31,1
ИТОГО	318,76	93,34
Себестоимость годовой программы	191257,5	74673

3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Основным числовым значением экономического эффекта от усовершенствованного технологического процесса, считается годовая экономия, вычисленная на основании снижения себестоимости детали:

$$\text{Эгод} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \times N_{\text{год}},$$

где $C_{\text{б}}$; $C_{\text{пр}}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и совершенствуемому технологическому процессу соответственно, р.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\text{Эгод} = (318,76 - 93,34) \times 800 = 180336 \text{ руб.}$$

Рассчитываем удельный вес для каждой операции согласно формуле [14]:

$$Y_{on} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%,$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на одну единицу оборудования, мин;

T – сумма штучно-калькуляционного времени, мин;

Вычисляем удельный вес операции согласно формуле по базовому технологическому процессу:

$$Y_{on(6T193)} = \frac{0,15}{0,82} \cdot 100\% = 18,3\%$$

$$Y_{on(ИР-500)} = \frac{0,67}{0,82} \cdot 100\% = 81,7\%$$

По совершенствуемому технологическому процессу:

$$Y_{on(VMC-115B)} = \frac{0,43}{0,43} \cdot 100\% = 100\%$$

Вычисляем производительность труда согласно формуле [14]:

$$З_{II} = \frac{F_p \cdot K_{BH} \cdot 60}{t_{cm}},$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч;

K_{BH} – коэффициент выполнения норм.

Рассчитываем производительность труда в базовом технологическом процессе:

$$B_{\delta} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{49,2} = 2465,8 \text{ шт./год}$$

Рассчитываем производительность труда в совершенствуемом технологическом процессе:

$$B_{np} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{25,8} = 4702,3 \text{ шт./год}$$

Рост производительности труда [14]:

$$B_{\Delta} = \frac{B_{np} - B_{\delta}}{B_{\delta}},$$

где B_{np} , B_{δ} – производительность труда, соответственно проектируемого и сравниваемого вариантов.

$$B_{\Delta} = \frac{4702,3 - 2465,8}{2465,8} \cdot 100\% = 90,7\%$$

Заносим технико-экономические показатели проекта в таблице 30.

Таблица 30 – Определяем Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	600	800	+200
Количество оборудования	шт.	2	1	-1
Численность рабочих	чел.	4	2	-2
Единовременные вложения	Тыс. руб.	-	1093,2	+1093,2
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,82	0,43	-0,39
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	318,76	93,34	-225,42
Доля прогрессивного оборудования	%	-	100	+100
Производительность труда	шт./чел. год	2465,8	4702,3	+2236,5
Рост производительности труда	%	100	190,7	+90,7
Средний коэффициент загрузки оборудования	%	0,14	0,107	+0,03
Годовой экономический эффект	Тыс. руб.	-	180,336	+180,336
Срок окупаемости	год.	-	10	

ВЫВОДЫ:

Внедрение в технологический процесс, высокопроизводительного вертикального обрабатывающего центра привело к сокращению себестоимости обработки детали, а также уменьшало производственный цикл и повисело качество обработки детали «Крышка редуктора». Следовательно, усовершенствование технологического процесса можно считать экономически обоснованным.

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Деталь «Крышка редуктора» обрабатывается на вертикально обрабатывающем центре с ЧПУ. И в целях использования большинства возможностей обрабатывающих центров необходимо чтобы операторы и наладчики, обслуживающие их, имели все необходимые знания и навыки.

Для выполнения всех необходимых операций для обработки детали «Крышка редуктора» на ОЦ с ЧПУ VMC-116B, обслуживающему персоналу необходимо владеть знаниями как теоретическими, так и практическими.

В частности, для работы с ЧПУ необходимы продвинутое понимание современных систем программирования. На ОЦ с ЧПУ VMC-116B, работает стойка Fanuc 0i/18i. Так как на предприятии Группа «Комос» нет специального центра по переподготовки, воспользуемся услугами Регионального межотраслевого центра дополнительного образования (Центр ДТО) публичного акционерного общества «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина».

Для решения поставленной задачи необходимо рассмотреть возможность переподготовки рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ» 4-ого разряда на «Операторов обрабатывающих центров с ЧПУ» 5-ого разряда.

В методической части дипломного проекта необходимо рассмотреть переподготовку персонала на новое оборудование, что подразумевает анализ профессионального стандарта.

Для решения поставленных задач необходимо выполнить следующие задачи:

- ✓ описать условия обучения в учебном центре ДПО «ЗиК»;
- ✓ проанализировать профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;

- ✓ разработать учебный план повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- ✓ разработать учебный план проведения учебных занятий по теме «программирование фрезерной обработки»
- ✓ разработать план учебного занятия и обеспечение учебного занятия по теме «программирование фрезерной обработки».

4.1. Условия обучения в учебном центре ДТО

"Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования" создан в 2009 году на базе ОАО "МЗиК" и является его структурным подразделением [23].

Цель работы:

Основной целью деятельности Центра ДПО является подготовка новых рабочих и повышение квалификации кадровых рабочих, руководителей, специалистов и других служащих предприятия на основе системы непрерывного дополнительного профессионального образования, а также обучение, повышение квалификации работников предприятия Уральского и Сибирского регионов для развития их кадрового ресурса в условиях инновационного развития и технологического перевооружения.

Подготовка и обучение ведется по следующим направлениям:

- ✓ организация обучения и обучение по договорам с предприятиями ОПК и другими организациями;
- ✓ обучение (профподготовка) лиц, стоящих на учете в центрах занятости;
- ✓ организация и проведение стажировки, практики студентов и выпускников начальных, средних и высших учебных заведений;
- ✓ организация обучения и обучение собственного персонала.

Публичное акционерное общество «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина, г. Екатеринбург» -

Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования (Центр ДПО) - отдел 391 (ПАО "МЗИК") имеет Лицензию Министерства общего и профессионального образования Свердловской области рег. № 17791 от 10.08.2015 г. на осуществление образовательной деятельности.

В Центре ДПО работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Центром ДПО поддерживается постоянная связь со службой занятости населения.

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, лаборатории, компьютерные классы;
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе
- учебные кабинеты;
- лаборатории;
- компьютерный класс;
- два интерактивных класса (токарный и фрезерный);
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;
- учебно-методический кабинет,

- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими нормативами и санитарными правилами.

С целью повышения эффективности обучения по отработке навыков работы на погрузчиках, спецтехнике, а также для повышения уровня охраны труда и промышленной безопасности, обустроен учебный полигон (трактородром) с площадью 2000м².

4.2. Анализ профессионального стандарта профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Согласно Профессиональному стандарту, утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением (далее Стандарт) должен иметь [22]:

- среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)
- опыт практической работы - Не менее 1 года работ II-ого квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

В таблице 31 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом [22].

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Таблица 31– Описание трудовых функций

Обобщающие трудовые функции			Трудовые функции		
Код	Наименование	Уровень квалифи- кации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5	6
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей. Обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров, для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 8-14 квалитетам.	А/01.2	2
			Установление технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущего и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02.2	2
			Выполнение расчетов, необходимых при наладке станков с программным управлением. Участие в ремонте станков	А/03.2	2
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях.	А/04. 2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и сдача их в ОТК.	А/05. 4	2

Продолжение таблицы 31– Описание трудовых функций

1	2	3	4	5	6
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы; участие в текущем ремонте оборудования.	A/06. 2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8-14 квалитетам	A/07. 2	2
			Инструктаж рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.	A/08. 2	2
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления. Обработка деталей средней сложности.	3	Наладка обрабатывающих центров, для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам	B/01. 3	3
			Выполнение сложных расчетов, необходимых при наладке станков с программным управлением. Программирование станков с ЧПУ	B/02. 3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03. 3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам	B/04. 3	3
С		4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/01. 4	4

Окончание таблицы 31– Описание трудовых функций

1	2	3	4	5	6
	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления. Обработка сложных деталей.		Выполнение сложных технических расчетов, необходимых при наладке станков с программным управлением.	С/02. 4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	С/01. 4	4

Проведём анализ обещающей трудовой функции – «Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления. Обработка сложных деталей» [22].

Возможные наименования должностей:

- IV разряд: Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением; Оператор-наладчик станков и манипуляторов с программным управлением;
- IV разряд: Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ;

Требования к образованию и обучению:

- Профессиональное образование и профессиональное обучение в соответствии с образовательными программами начального профессионального образования по профессии 151902.03.

Особые условия допуска к работе:

- Врачебное профессионально-консультативное заключение о профессиональной пригодности работника к выполнению трудовой деятельности согласно трудовой функции;

- Прохождение работником инструктажа по технике безопасности на рабочем месте.

Выбираем трудовую функцию:

- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше.

Анализ функции приведён в таблице 32.

Таблица 32 – Трудовая функция

Наименование	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	Код	С/01.4	Уровень (подуровень) квалификации	4
Трудовые действия	Наладка обрабатывающих центров, для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 качествам.				
	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству.				
Необходимые Умения	Наладка обрабатывающих центров, для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 качествам - Перемещение по осям в ручном режиме. - Программирование в полуавтоматическом режиме. - Программирование дополнительных функций станка. - Производить наладку обрабатывающих центров, для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству				
Необходимые знания	Наладка обрабатывающих центров, для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 качествам				
Другие характеристики	Наименование квалификационного сертификата выдаваемого по данной трудовой функции: Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 4-й квалификации				

По итогу анализа трудовой функции, возможно, составить учебный план переподготовки оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в центре переподготовки.

4.3. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре ДПО.

Проанализировав учебный план по повышению квалификации рабочих на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 5-го разряда, составлен план обучения на 166 часа, включающий в себя теоретическое обучение (90 часов) и производственное обучение (76 часа).

В процессе обучения, учащиеся изучат следующие теоретические основы:

- основы технологии машиностроения
- техническое черчение.
- прогрессивные металлорежущие инструменты;
- допуски и посадки, методы контроля и измерения;
- технология обработки деталей на станках с ЧПУ
- устройство центров с ЧПУ.
- основные принципы программирования.
- техника безопасности и пожаротушение на предприятии.

А на практических занятиях освоит следующее:

- устройство и наладка обрабатывающего центра VMC-116B
- программирование и разработка управляющих программ сверления и фрезерования

По окончании обучения производится квалификационный экзамен, состоящий из теста по теории и практической проектирование

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

управляющей программы на обрабатывающем центре. Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии «Оператор наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» приведён в таблице 33.

Таблица - 33 Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

№	Темы занятий	Тип занятия		Форма контроля
		Теоретическое	Практические	
1	Основы технологии машиностроения	10	-	Тестирование
2	Техническое черчение.	6	8	Чертеж
1	Прогрессивные металлорежущие инструменты;	10	-	Тестирование
2	Допуски и посадки, методы контроля и измерения;	10	-	
3	Технология обработки деталей на станках с ЧПУ	16	12	
4	Устройство центров с ЧПУ.	2	8	
5	Основные принципы программирования.	6	16	
6	Техника безопасности и пожаротушение на предприятии.	6	-	-
7	Наладка обрабатывающего центра VMC-116B	18	20	Задание по наладке станка и разработке УП
8	Программирование и разработка управляющих программ сверления и фрезерования.	16	12	
ИТОГО		90	76	

Для разработки тематического плана-урока была выбрана тема: «Программирование и разработка управляющих программ сверления и фрезерования».

4.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «разработка и программирование управляющих программ сверления и фрезерование»

Тема занятия: «Программирование и разработка управляющих программ сверления и фрезерование»

На изучение данной дисциплины учебным планом выделено 28 часов, 12 это теоретические лекции, а 12 часа на практические занятия.

Содержание темы «Программирование фрезерной обработки».

Дисциплина - Программирование на стойке Fanuc 0i/18i

Тема занятия: Программирование фрезерной обработки

Цели:

Обучающая: Формирование знаний о разработке управляющих программ для фрезерной и сверлильной обработки.

Развивающая: Выработать у учащихся профессиональное мышление, а также развить интерес к профессии.

Воспитательные:

- воспитывать культурное восприятие, культуру речи (использование технической и специальной терминологии).
- воспитывать у обучаемых дисциплину, внимательность, аккуратность.

Методы обучения: рассказ, беседа, объяснение, демонстрация обучающих фильмов.

Форма организации познавательной деятельности: фронтальная.

Средства обучения: ноутбук, мультимедиапроектор, слайды, таблицы, доска, мел.

Продолжительность занятия: 60 минут. Занятие проходит в учебном классе. Ход занятия приведён в таблице 34.

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 34 – Ход занятия по теме: «Программирование и разработка управляющих программ сверления и фрезерования»

Наименование этапа учебного занятия	Деятельность преподавателя	Время	Деятельность учащихся
Организационная часть	Преподаватель приветствует учащихся Проверка посещаемости	3	Приветствуют преподавателя Участвуют в проверке присутствующих
Объявление темы и цели занятия	Преподаватель объявляет тему, цели данного занятия	2	Слушают, записывают тему занятия
Мотивационная часть	Преподаватель объясняет важность данной части занятия	2	Слушают
Контроль знаний учащихся	Задаёт контрольные вопросы	10	Дают ответы на вопросы
Разъяснение нового учебного материала	Преподаватель рассказывает новую информацию, по ходу рассказа демонстрирует видео-инструкции и презентацию	60	Слушают, конспектируют, изучают видео-инструкции
Закрепление новых знаний	Преподаватель следит за ходом выполнения работы	10	Пишут управляющую программу по чертежу, тест по новой теме
Домашнее задание	Повторить пройденный материал	5	Записывают

Таблица 35 - Актуализация опорных тем:

Вопрос:	Предполагаемый ответ:
Что такое подпрограмма?	Вспомогательная программа, облегчающая и ускоряющая процесс обработки данных основной программы.
Что означает функция Т?	Выбор инструмента.
За что отвечает функция М30?	Конец основной программы.
Что означают функции G94[мм/мин] или G95[мм/об]?	Функция подачи.
Назовите функцию: Постоянной частоты вращения ?	G97 S...
Назовите последовательность структуры кадров?	N...G...X...Z...M...S...T

План изложения материала:

- фрезерование на обрабатывающих центрах с ЧПУ;
- основы программирования фрезерования на ЧПУ.

План конспект и презентация предоставлена в приложении Б.

ВЫВОДЫ:

В процессе выполнения методического раздела был проведён анализ профессиональных стандартов по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ». Разработан учебно-тематический план на повышение квалификации, разработаны темы занятий, и само занятие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За время выполнения дипломного проекта были поставлены задачи по разработке нового типа технологического процесса механической обработки детали «Крышка редуктора». Введено техническое обеспечение, подобранно контрольно-измерительное приспособление, произведен расчёт сил зажима и разработана управляющая программа.

В предлагаемом варианте технологического процесса выполнено экономическое обоснование внедрения высокопроизводительного обрабатывающего центра с ЧПУ, а также прогрессивного режущего инструмента.

Установлено, что затраты на себестоимость детали «Крышка редуктора» снизились в сравнении с заводским технологическим процессом, за счёт изменения типа заготовки и введением современного высокопроизводительного оборудования.

В методическом разделе был проведён анализ профессионального стандарта «Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ» разработан учебный план на повышение квалификации, а также разработано учебное занятие теоретического обучения. Составлен план-конспект и презентация к занятию.

Поставленные задачи по совершенствованию технологического процесса механической обработки детали были решены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Григорьева В.Л. Технологическое проектирование отливки.: Учеб. пособие Омск: ОмГТУ, 2013. - 46 с.
2. Электронный справочник «Детали машин» [Электронный ресурс]// [URL:http://www.detalmach.ru/](http://www.detalmach.ru/) (дата обращения 30.01.2019).
3. Алюминиевые сплавы, в. 1-6, М., 2002-05; Альтман М. Б., Лебедев А. А., Чухров М. В
4. Фиргер И. В. Термическая обработка сплавов: Справочник. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 2002. — 304 с, ил.
5. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве Томск: Изд-во ТПУ, 2003. -324 с.
6. Руденко П. А. проектирование технологических процессов в машиностроении. Киев: Вища шк. 2006. 255 с
7. Режимы резания металлов: Справ. / Под ред. Ю. В. Барановского. М.: Машиностроение, 2005. 39 с.
8. Общеотраслевые нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1 Токарные, карусельные, токарно-револьверные, сверлильные и фрезерные станки. Изд. 2-е, М.: Машиностроение, 2006., 406с.
9. Выпускная квалификационная работа: подходы, содержание, оформление: учеб. пособие / Е. Ю. Зими́на, Г. Р. Муги́нова, Л. Н. Осадча́я; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. — Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2012. — 73 с.
10. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие-Екатеринбург: Издательство Урал. Гос. проф.- пед. университета 2012. - 169 с.

11. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005. -Т.1- 656 с., ил.

12. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005. -Т.2- 656 с., ил.

13. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-т, 2011. 90 с

14. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. – сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2013. 66 с.

15. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ [Текст]: Учеб. пособие. / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина, Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2009. 96 с

16. Электронный каталог HOFFNANN-GROUP [Электронный ресурс]// URL: https://ecatalog.hoffmann-group.com/index.html?country=rus_RU_RUE/catalogs/&catalog=90000001#page_528 (дата обращения 29.01.19).

17. Электронный каталог OSAWA [Электронный ресурс] // URL: https://ecatalog.hoffmannngroup.com/index.html?country=rus_RU_RUE/catalogs/&catalog=90000001#page_528 (дата обращения 30.01.2019).

18. Техническое описание консольно-фрезерного станка 6Т193 [Электронный ресурс] // URL: http://stanki-katalog.ru/sprav_6t82.htm

19. Техническое описание фрезерного многоцелевого станка с ЧПУ ИР-500 [Электронный ресурс] // URL: http://stanki-katalog.ru/sprav_ir500.htm (Дата обращения 30.01.2019)

20. Техническое описание вертикально обрабатывающего центра VMC-116B - [Электронный ресурс] // URL: <https://stankoinkom.ru/kafo-vmc-116b-vertikalnyy-obrabatyvayuschiy-centr.html> (Дата обращения 30.01.2019)

21. Электронный сайт Финвал [Электронный ресурс] // URL: <https://finval-parts.ru/parts/sensors/heidenhain/izmeritelnie-schupi-dlya-stankov/> (дата обращения 30.01.19).

22. Профессиональный стандарт профессиональный стандарт "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением" [Электронный ресурс] – <http://prom-nadzor.ru/prof-standart/prikazministerstva-truda-i-socialnoy-zashchity-rf-ot-4-avgusta-2014-g-n-530n>. (Дата обращения 20.05.2018)

23. Центр ДПО [Электронный ресурс] // URL <http://cdpo.zik.ru> (Дата обращения 01.06.2018.)

24. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка [Электронный ресурс] // URL: <http://stankomach.com/uslugi/dokumentaciya/> (дата обращения 29.01.19).

25. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.

26. Худобин, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. – 287 с.

27. Эрганова. Н.Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А - Перечень графической документации

- 1) Крышка редуктора Отливка – ДП 44.03.04.618.01 – А1 – 1 шт.
- 2) Крышка редуктора ДП 44.03.04.618.02 – А1:А3 – 1 шт.
- 3) Иллюстрация техпроцесса - ДП 44.03.04. 618.Д01 – А1 – 1шт.
- 4) Иллюстрация техпроцесса - ДП 44.03.04. 618.Д02 – А1 – 1шт.
- 5) Иллюстрация техпроцесса - ДП 44.03.04. 618.Д03 – А1 – 1шт.
- 6) Иллюстрация техпроцесса - ДП 44.03.04. 618.Д04 – А1 – 1шт.
- 7)Управляющая программа на операцию 020 Многоцелевая
- ДП 44.03.04.618.Д05 – А1 – 1шт.
- 8) Техничко-экономические показатели проекта - ДП 44.03.04.
618.Д06 – А1 – 1шт.

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б – План-конспект учебного занятия по теме
«Разработка и программирование управляющих программ сверления
и фрезерование»**

Тема занятия: «Разработка и программирование управляющих программ сверления и фрезерование»

На изучение данной дисциплины учебным планом выделено 38 часов, 16 из которых отведено на лекции и 22 часа - на практические занятия.

Содержание темы: «Программирование фрезерной обработки и сверления».

Дисциплина: «Программирование на стойке Fanuc»

Тема занятия: «Программирование фрезерной обработки»

Цели:

Обучающая: Формирование знаний о разработке управляющей программы для фрезерной обработки.

Развивающая: Развивать профессиональный интерес, мышление и технический кругозор.

Воспитательные:

- воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).

- воспитывать у обучаемых дисциплину, внимательность, аккуратность.

- *Методы обучения:* рассказ, беседа, объяснение, показ презентации, демонстрация обучающих фильмов.

Форма организации познавательной деятельности:

фронтальная. *Средства обучения:* ноутбук, мультимедиапроектор, слайды, таблицы, доска, мел.

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

Продолжительность занятия: 90 минут. Занятие проходит в учебном классе. Ход урока приведён в таблице 34.

Таблица 34 – Ход урока по теме: «Программирование и разработка управляющих программ сверления и фрезерования»

Наименование этапа учебного занятия	Деятельность преподавателя	Время	Деятельность учащихся
Организационная часть	Приветствие Проверка присутствующих	3	Приветствуют преподавателя Участвуют в переключке
Сообщение темы и цели занятия	Сообщает тему, цели учебного занятия	2	Слушают, записывают тему занятия
Мотивация	Рассказывает о важности темы	2	Слушают
Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы	10	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга
Объяснение нового учебного материала	Преподаватель, рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует презентацию	60	Слушают, конспектируют, изучают видео-инструкции
Закрепление, новых знаний	Следит за ходом выполнения работы	10	Пишут управляющую программу по чертежу, тест по новой теме
Домашнее задание	Повторить пройденный материал	5	Записывают

Таблица 35 - Актуализация опорных тем:

Вопрос:	Предполагаемый ответ:
Что такое подпрограмма?	Вспомогательная программа, облегчающая и ускоряющая процесс обработки данных основной программы.
Что означает функция T?	Выбор инструмента.
За что отвечает функция M30?	Конец основной программы.
Что означают функции G94[мм/мин] или G95[мм/об]?	Функция подачи.
Назовите функцию: Постоянной частоты вращения ?	G97 S...
Назовите последовательность структуры кадров?	N...G...X...Z...M...S...T

План изложения материала:

- фрезерование на обрабатывающих центрах с ЧПУ;
- основы программирования фрезерования на ЧПУ.

(Слайд 2)

На данном слайде показана система координат вертикального центра с ЧПУ.

При задании геометрической информации в кадрах управляющей программы применяют абсолютную или относительную (инкрементную) системы отсчета координат, в зависимости от типа функции или решения технолога – программиста.

В ЧПУ различают следующие системы координат:

- систему координат детали (заготовки).
- систему координат станка (начало отсчета координат).

– систему координат инструмента, устанавливается вылет инструмента относительно базовой точки обрабатывающего центра;

– условная система координат системы ЧПУ, которая определяет положение начала отсчета обнулением регистров по осям при наезде конечных выключателей на упоры (или наоборот, при наезде упоров на конечные выключатели) или при обнулении этих регистров осей нажатием соответствующих клавиш пульта управления в нужной позиции исполнительных механизмов.

(Слайд 3)

Здесь показаны оси координат заготовки на столе обрабатывающего центра. А также инструмент в «рабочей зоне».

Построение координат всегда идёт относительно «нулевой точки заготовки» и обозначается W.

Нулевая точка заготовки W, называемая также нулевой точки программы, является началом системы координат заготовки. Она может выбираться свободно и должна быть расположена при фрезеровании там, откуда на чертеже исходит большинство размеров.

Точка W – ноль отсчета детали, относительно которой выполняется программирование обработки детали. Нулевая точка детали может быть программно перенесена при помощи функции G92 – “Установка системы координат”. При частом использовании переноса используется функция G10 – “Установка координат”.

Точка R – ноль отсчёта станка.

Выход в исходную точку R происходит для приравнивания к нулю системы измерения, так как нельзя выйти в нулевую точку станка M.

Таким образом, ЧПУ получает свою опорную точку в система измерения перемещения.

(Слайд 4)

Также есть Опорная точка инструментального суппорта T необходима при использовании инструмента с известными длиной и радиусом.

(Слайд 5)

Рассмотрим некоторые адреса, используемые для программирования ЧПУ.

T–задание номера инструмента для поиска из инструментального магазина станка. Для выбора инструмента необходимо также указать номер, к примеру «T02».

G – подготовительная функция; Содержание подготовительной функции G определяется следующим за ней числовым значением. Код G является модальным, то есть он остается неизменным до получения другого кода из той же группы, куда входит данный код.

В одном кадре может находиться несколько подготовительных функций G, если они принадлежат разным группам.

M – Вспомогательная функция M служит для запуска электроавтоматики станка.

Функции M, действующие на всех станках: M03 – пуск шпинделя по часовой стрелке; M04 – пуск шпинделя против часовой стрелки; M05 – останов шпинделя; M06 – смена инструмента; M30 – конец программы.

(Слайд 6)

Подробнее рассмотрим основные адреса, используемые для программирования ЧПУ.

(Слайд 7)

Структура кадра управляющей программы

Кадр управляющей программы представляет собой последовательность команд, записанных по условиям языка программирования для конкретной системы ЧПУ. Элементом кадра является слово. Состоит из адреса и последующего числового значения: G01, где G – адрес, 01 – числовое значение.

Адрес представляет собой одну из букв латинского алфавита (A – Z) и определяет смысл последующего числового значения.

(Слайд 8)

С использованием этих слов можно создать кадр управляющей программы:

N G X Y Z F S M.

Порядок слов в кадре может быть произвольным, но рекомендуется порядок записи по ГОСТ 20999-86. Кадр или группа кадров, выполняемых, например, одним инструментом могут в руководствах по программированию называться блоком.

(Слайд 9)

Функция перемещения, позиционирование.

Командой G00 задают ускоренное перемещение инструмента.

А приписка IP_ - для задания абсолютных координат конечной позиции.

(Слайд 10)

На данном слайде показана команда на линейное перемещение инструмента.

Необходимыми данными для линейного перемещения являются:

–линейное перемещение задается подготовительной функцией G01 (если в предыдущем кадре было линейное перемещение, то можно не программировать G01 повторно, а задавать только геометрическую информацию, используя свойство модальности функций);

– координатные перемещения вдоль осей X, Y и Z (знак “–” ставится перед числовым значением, знак “+” не ставится);

– информация о подаче (F) (информация о подаче ставится только при ее изменении).

(Слайд 11)

Также рассмотрим команду круговой интерполяции.

Круговые перемещения

Необходимыми данными для кругового перемещения являются:

– вспомогательная функция, задающая круговое перемещение, G02 при перемещении по часовой стрелке или G03 при перемещении против часовой стрелки (если в предыдущем кадре было круговое перемещение, то программировать G02 или G03 повторно не следует);

– координаты центра окружности (записываются под адресами I, J и K) или радиус окружности (записывается под адресом R);

– координаты конечной точки (записываются под адресами X, Y и Z);

– информация о подаче (F);

(Слайд 12)

Программируемые рабочие системы координат

Устройство управления оборудовано шестью программируемыми рабочими системами координат. Эти системы координат выбираются посредством использования команд с G54 по G59. G54 – это код, действующий по умолчанию при включении питания и активен после перезагрузки устройства управления.

Множественные рабочие системы координат позволяют программисту использовать одну программу детали для обработки нескольких изделий, установленных на столе станка. Вместо программирования каждого изделия, программа сдвигает систему координат к следующему изделию для обработки

(Слайд 13)

Коррекция на длину инструмента задается командами

При выполнении УП базовая позиция шпинделя (точка пересечения торца и оси вращения) определяется запрограммированными координатами.

Для того чтобы в запрограммированную координату приходила именно режущая кромка, а не шпиндель, необходимо «объяснить» СЧПУ, на какую величину по оси Z нужно сместить эту базовую точку.

H- регистр компенсации длины инструмента.

G43 - коррекция на длину инструмента в “+”;

G44 - коррекция на длину инструмента в “-”;

G49 - отмена коррекции на длину инструмента

(Слайд 14)

Коррекция на радиус инструмента задается командами.

Составляя управляющую программу надо учитывать радиус фрезы, для этого предусмотрены функции, управляющие смещением инструмента от заданной траектории:

(Слайд 15)

Подпрограмма необходима для облегчения работы по программированию.

(Слайд 16)

G98 - Возврат в начальный уровень

Если постоянный цикл станка работает совместно с функцией G98, то инструмент возвращается к исходной плоскости в конце каждого цикла и между всеми обрабатываемыми отверстиями. Функция G98 отменяется при помощи G99.

G99 - Возврат в уровень с точкой R

Если постоянный цикл станка работает совместно с функцией G99, то инструмент возвращается к плоскости отвода между всеми

обрабатываемыми отверстиями. Функция G99 отменяется при помощи G98

(Слайд 17)

G81 – стандартный цикл сверления.

Цикл G81 предназначен для зацентровки и сверления отверстий. Движение в процессе обработки происходит на рабочей подаче. Движение в исходное положение после обработки идет на ускоренной подаче.

(Слайд 19)

G21 Цикл нарезания резьбы имеет следующий формат:

N... G84 X(U)... Z(W)... F. или

N... G84 X(U)... Z(W)... R... F

F – шаг резьбы (мм).

R (мм) – Инкрементные размеры конуса в X с направлением (+/-).

(Слайд 20)

G87 - цикл растачивания с отводом вручную.

Цикл G87 предназначен для растачивания отверстий. Движение в процессе обработки происходит на рабочей подаче. В конце обработки происходит остановка шпинделя. Движение в исходное положение после обработки идет вручную.

(Слайд 21)

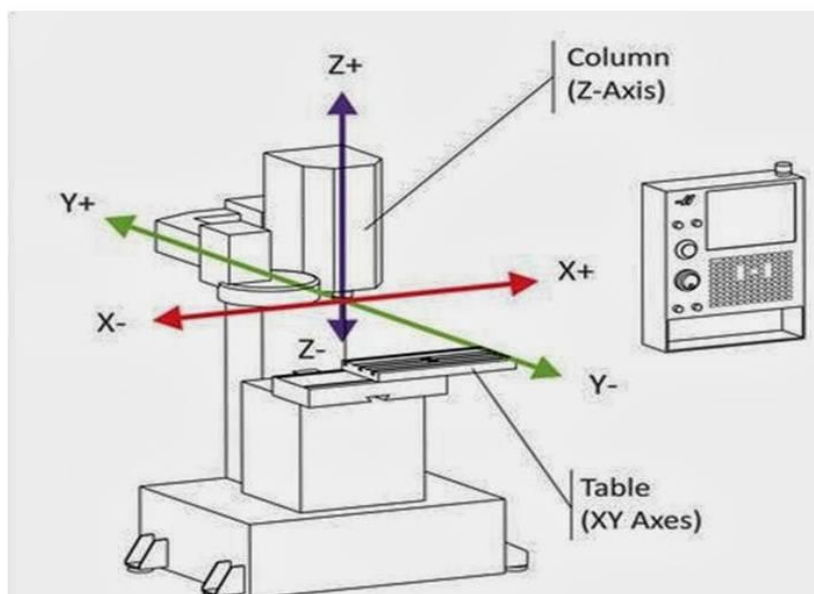
На данном слайде необходимо написать управляющую программу по эскизу.

Выдаю эскизы. Задаю вопросы.

Тема занятия:
«Программирование и
разработка управляющих
программ сверления и
фрезерования»

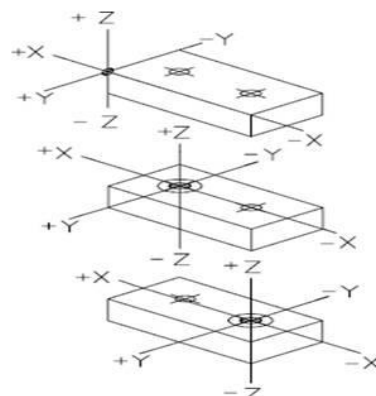
Подготовил:
Блиновских М.С.

Настройка осей станка



Слайд 3

Машинная система
координат
Система координат
детали



Точка отсчета W – нуль
детали(заготовки)

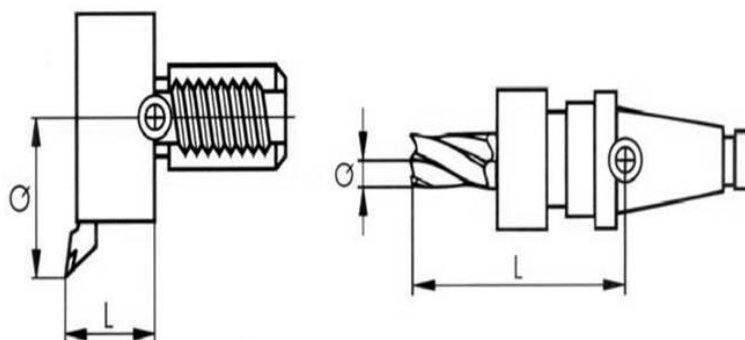


Точка отсчета R- нуль станка

Слайд 4



Опорная точка инструментального
суппорта «Т»



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.618.ПЗ

Лист

111

Слайд 5

Функция инструмента

T__

Программирование в абсолютных координатах

G90

Программирование в при вращениях

G91

Программа смены инструмента

M6

Функция шпинделя
Постоянная частота вращения

G97 S____
[об/мин]

Функция подачи

G94 [мм/мин]

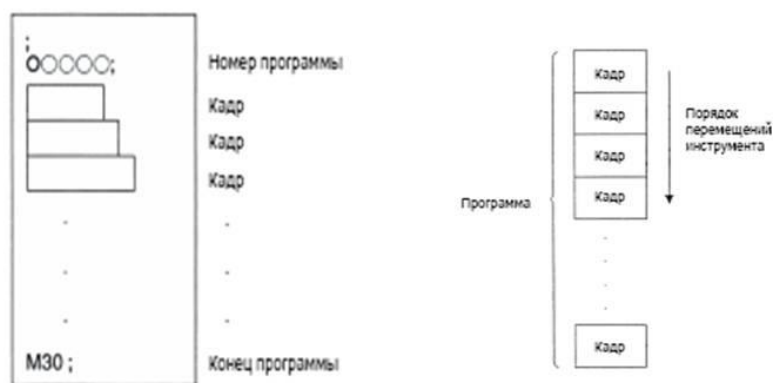
G95 [мм/об]

Слайд 6

Команда	Описание
G17	Задание дуги на плоскости XpYp
G18	Задание дуги на плоскости ZpXp
G19	Задание дуги на плоскости YpZp
G02	Круговая интерполяция – направление по часовой стрелке (CW)
G03	Круговая интерполяция – направление против часовой стрелки (CCW)
Xp_	Значения команды для оси X или параллельной ей оси (устанавливается параметром № 1022)
Yp_	Значения команды для оси Y или параллельной ей оси (устанавливается параметром № 1022)
Zp_	Значения команды для оси Z или параллельной ей оси (устанавливается параметром № 1022)
I_	Расстояние по оси Xp от начальной точки до центра дуги со знаком, значение радиуса
J_	Расстояние по оси Yp от начальной точки до центра дуги со знаком, значение радиуса
k_	Расстояние по оси Zp от начальной точки до центра дуги со знаком, значение радиуса
R_	Радиус дуги без знака (всегда со значением радиуса)
F_	Скорость подачи вдоль дуги

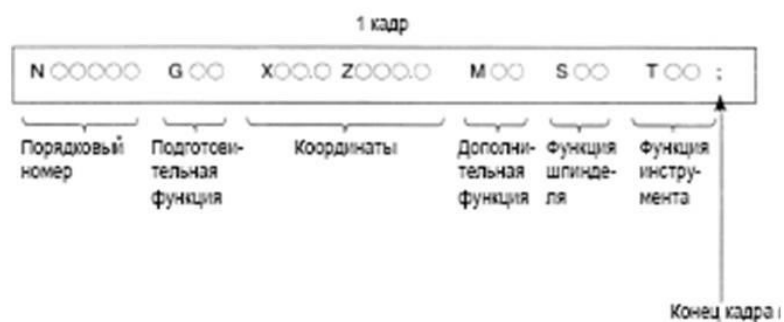
Слайд 7.

Структура программы



Слайд 8.

Структура кадра



Функция перемещения Позиционирование

G00 IP_;

IP_: Для абсолютной команды координаты конечной позиции, а для команды в приращениях расстояние, на которое перемещается инструмент



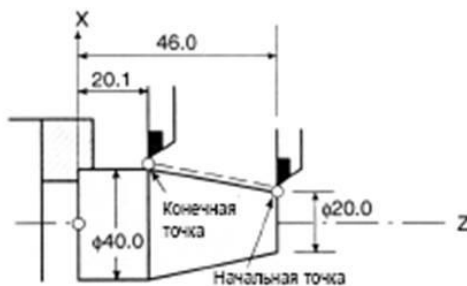
Функция перемещения Линейная интерполяция

G01 IP_F_;

IP_: Для абсолютной команды координаты конечной точки, а для команды в приращениях – расстояние, на которое перемещается инструмент.

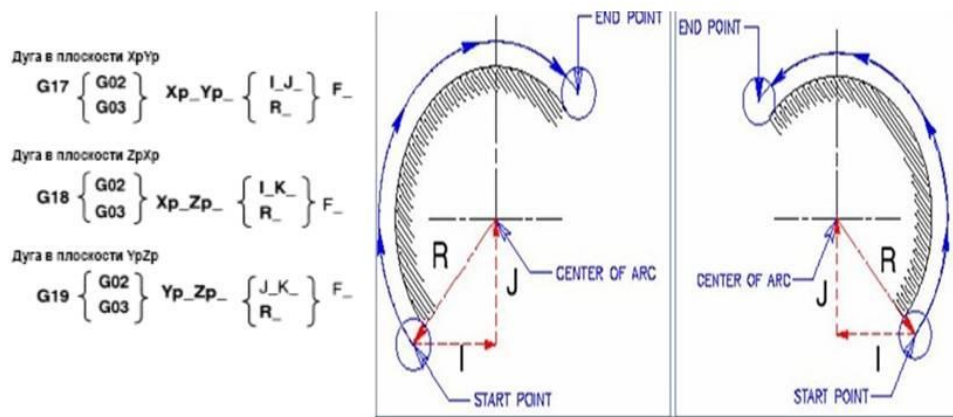
F_: Скорость подачи инструмента (Скорость подачи)

< Программирование диаметра >
G01X40.0Z20.1F20 ; (Абсолютная команда)
или
G01U20.0W-25.9F20 ; (Команда в приращениях)



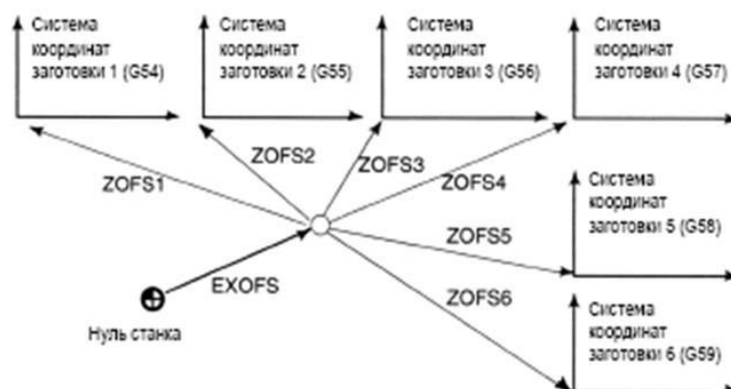
Слайд 11.

Функция перемещения Круговая интерполяция



Слайд 12.

Рабочие системы координат детали



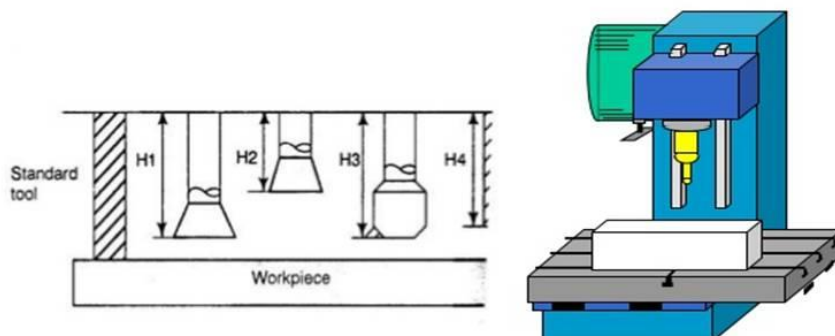
Слайд 13.

Коррекция на длину инструмента

G43 H__

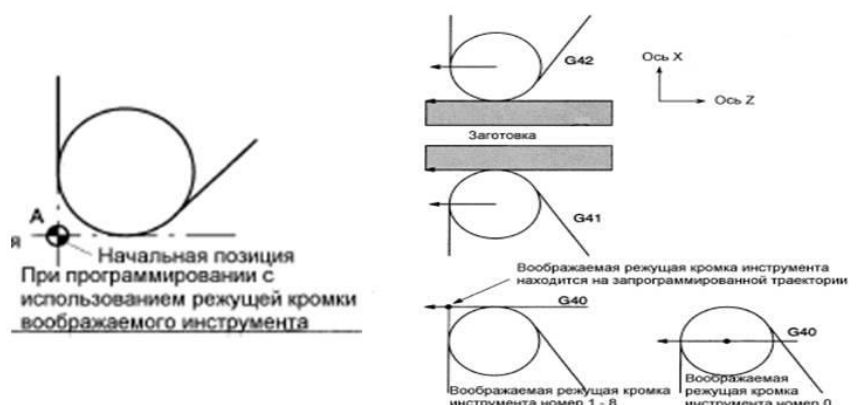
G44 H__

G49



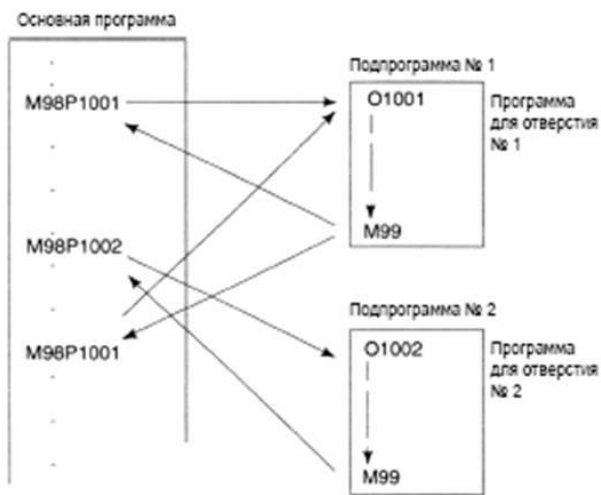
Слайд 14.

Коррекция на радиус инструмента

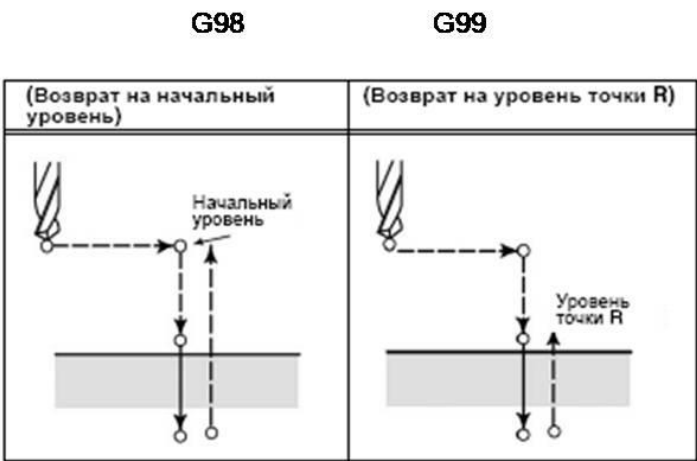


С-код	Позиция заготовки	Траектория инструмента
G40	(Отмена)	Перемещение по запрограммированной траектории
G41	Правая сторона	Перемещение слева от запрограммированной траектории
G42	Левая сторона	Перемещение справа от запрограммированной траектории

Подпрограмма



Команда возврата в цикле



Слайд 17.

Цикл сверления G81

G81 X_ Y_ Z_ R_ F_ K_ ;	
X_ Y_ : Данные о позиции отверстия Z_ : Расстояние от точки R до дна отверстия R_ : Расстояние от начального уровня до уровня точки R F_ : Скорость подачи в режиме резания K_ : Количество повторений (при необходимости)	
G81 (G98)	G81 (G99)
<p>Начальный уровень</p> <p>Точка R</p> <p>Точка Z</p>	<p>Точка R</p> <p>Уровень точки R</p> <p>Точка Z</p>

S1000M3
G81 X0 Z-10. R5. F0.2
G80

Слайд 18.

Цикл сверления G83

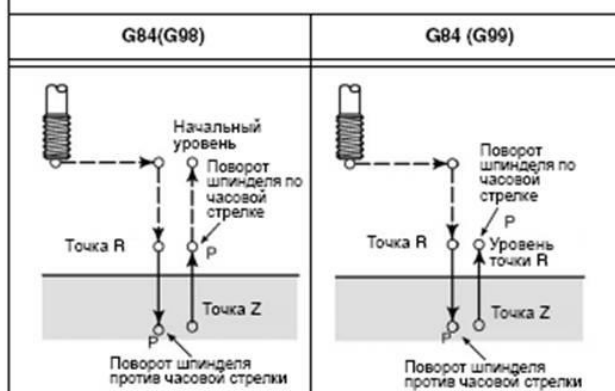
G83 X_ Y_ Z_ R_ Q_ F_ L_ K_ P_ ;	
X_ Y_ : Данные о положении отверстия Z_ : Расстояние от точки R до дна отверстия R_ : Расстояние от исходного уровня до точки R Q_ : Глубина каждого прохода F_ : Рабочая подача L_ : Скорость перемещения вперед или назад (тот же формат, что F выше) (Если значение отсутствует, то по умолчанию принимаются значения параметров ном.5172 и ном.5173.) K_ : Число повторов операции (если требуется) P_ : Время выстоя у дна отверстия (Если значение отсутствует, то по умолчанию принимается P0.)	
G83 (G98)	G83 (G99)
<p>Исходный уровень</p> <p>Точка R</p> <p>Точка Z</p> <p>Выстой</p> <p>Перегрузочный момент</p>	<p>Точка R</p> <p>Уровень точки R</p> <p>Точка Z</p> <p>Выстой</p> <p>Перегрузочный момент</p>
Δ: Первоначальный зазор, если инструмент отводится в точку R, и зазор от основания отверстия при втором или последующем сверлении (параметр ном. 5174) q: Глубина каждого прохода → Траектория, по которой движется инструмент в режиме ускоренного хода → Траектория, по которой движется инструмент при запрограммированной скорости подачи при резании → Траектория, по которой движется инструмент вперед или назад в цикле, заданном с параметрами (→)	

Слайд 19.

Цикл нарезания резьбы G84

G84 X_ Y_ Z_ R_ P_ F_ K_ ;

X_ Y_ : Данные о позиции отверстия
Z_ : Расстояние от точки R до дна отверстия
R_ : Расстояние от начального уровня до уровня точки R
P_ : Время выстоя
F_ : Скорость подачи в режиме резания
K_ : Количество повторений (при необходимости)



S1000M3

G95

G84 X0 Z-10. R5. F1

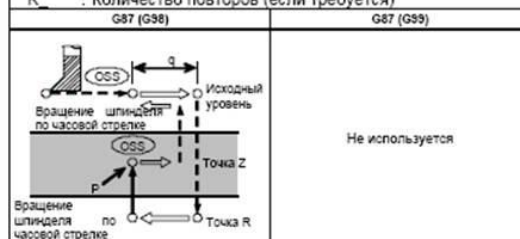
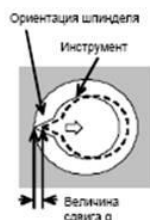
G80

Слайд 20.

Цикл растачивания G87

G87 X_ Y_ Z_ R_ Q_ P_ F_ K_ ;

X_ Y_ : Данные о положении отверстия
Z_ : Расстояние от точки R до дна отверстия
R_ : Расстояние от исходного уровня до точки R
Q_ : Величина сдвига у основания отверстия
P_ : Время выстоя у дна отверстия
F_ : Скорость рабочей подачи
K_ : Количество повторений (если требуется)



Слайд 21.

**Необходимо написать программу на
фрезерование**

Пример программы

```
%  
O1  
N1 G90 G54 G97 G80  
N2 G0 Z300.  
N3 T1 M6  
N4 S2000 M3  
N5 G43 H1 Z100.  
N6 X20. Y20. M8  
N7 Z5.  
N8 G1 Z-5. F200  
N9 X300.  
N10 G0 Z300. M9  
N11 M5  
N12 M30  
%
```

Слайд 22.

Спасибо за внимание!

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Комплект технологической документации

- 1) Титульный лист технологического процесса;
- 2) Маршрутная карта;
- 3) Операционная карта;
- 4) Карта эскизов;

					ДП 44.03.04.618.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121